ELEMENTE CONSTRUCTIVE DE mecanică fină

sept. 61

O. RICHTER
R. v. VOSS
F. KOZER

ELEMENTE CONSTRUCTIVE DE mecanică fină

TRADUCERE DIN LIMBA GERMANĂ DUPĂ EDIȚIA A 8-a

EDITURA TEHNICĂ
București — 1961

Scanned with OKEN Scanner

TABLA DE MATERII

	Pag.
1. Introducere	7
1.1. Mecanica fină	7
1.2. Produse de mecanică fină	7
1.3. Clasificarea elementelor constructive	8
1.4. Comparaţie cu organele de maşini	10
1.5. Calculul elementelor de construcţie	10
1.6. Proiectarea unor forme constructive corespunzătoare condiţiilor de prelucrare	11
1.7. Alegerea materialelor şi semifabricatelor	12
2. Îmbinări	13
2.1. Constituirea îmbinărilor	13
2.1.1. Îmbinări demontabile	13
2.1.2. Îmbinări demontabile condiţionat	14
2.1.3. Îmbinări nedemontabile (fixe)	15
2.1.4. Îmbinări indirecte	15
2.1.5. Îmbinări directe	15
2.1.6. Asigurarea prin material	16
2.1.7. Asigurarea prin forţă	17
2.1.8. Asigurarea prin formă	17
2.2. Îmbinări prin sudare	17
2.2.1. Procedee de sudare	17
2.2.2. Clasificarea procedeelor de sudare	20
2.2.3. Sudarea prin puncte	20
2.2.4. Sudarea prin puncte în relief	28
2.2.5. Sudarea prin scîntei	29
2.2.6. Sudarea în linie	30
2.2.7. Sudarea cu arc electric	32
2.3. Îmbinări prin lipire	34
2.3.1. Aliaje de lipit	35
2.3.2. Procedee de lipire	36
2.3.3. Materiale	37
2.3.4. Tratarea suprafeţelor	37
2.3.5. Forma lipiturii	37
2.4. Îmbinări prin încleiere	45
2.4.1. Cleiuri	46
2.4.2. Clasificarea pieselor pentru încleiere	46
2.4.3. Încleierea lemnului	46
2.4.4. Încleierea hîrtiei	50
2.4.5. Încleieri de ţesături şi piele	53
2.4.6. Încleierile metalelor	53
2.4.7. Încleierile sticlei	54
2.5. Îmbinări prin chituire	55
2.5.1. Chituri	55
2.5.2. Procedee de chituire	57
2.5.3. Folosirea chiturilor	57
2.5.4. Proiectarea îmbinărilor prin chituire	58

Scanned with OKEN Scanner

Pag.

2.6. Îmbinări prin efect de pană 62
2.6.1. Îmbinări prin pene 62
2.6.2. Îmbinări prin şuruburi 72
2.7. Îmbinări prin efect elastic 100
2.7.1. Îmbinări cu strîngere 100
2.7.2. Îmbinări prin arc 110
2.8. Îmbinări prin refulare şi îndoire 116
2.8.1. Îmbinări prin nituire 117
2.8.2. Îmbinări prin răsfrîngere 127
2.8.3. Îmbinări prin falţ 137
2.8.4. Îmbinări prin urechi 138
2.8.5. Îmbinări prin nervurare (ziguire) 148
2.8.6. Îmbinări prin imprimare 152
2.8.7. Îmbinări prin lărgire sau îngustare 155
2.9. Îmbinări prin încastrare 158
2.9.1. Clasificarea îmbinărilor prin încastrare 159
2.9.2. Ancorarea pieselor 159
2.9.3. Încastrări prin presare 159
2.9.4. Încastrări prin turnare 169
2.9.5. Încastrări prin topire în masa sticloasă 173

3. Ghidaje 177

3.1. Clasificarea ghidajelor 177
3.2. Ajustaje 180
3.3. Lubrifianţi 180
3.4. Lagăre de alunecare 183
3.4.1. Dimensionarea elementelor de construcţie 183
3.4.2. Dispozitive de ungere 183
3.4.3. Rezemări pe lagăre cilindrice 185
3.4.4. Rezemări pe con 203
3.4.5. Lagăre pe vîrfuri 207
3.4.6. Lagăre pe cuţite 214
3.5. Lagăre de rostogolire (rulmenţi) 221
3.5.1. Rulmenţi cu bile standardizaţi 222
3.5.2. Rulmenţi cu bile nestandardizaţi 224
3.6. Ghidaje de translaţie 227
3.6.1. Solicitările ghidajelor de translaţie 227
3.6.2. Dispozitive de ungere 229
3.6.3. Ghidaje de translaţie cilindrice fără asigurare împotriva rotirii 230
3.6.4. Ghidaje de translaţie cilindrice cu asigurare împotriva rotirii 232
3.6.5. Ghidaje de translaţie prismatice 235
3.7. Ghidaje de translaţie cu roţi 238
3.7.1. Ghidaje de translaţie cilindrice fără asigurare împotriva rotirii 238
3.7.2. Ghidaje de translaţie cilindrice cu asigurare împotriva rotirii 239
3.7.3. Ghidaje de translaţie prismatice 240
3.8. Ghidaje de translaţie cu rostogolire 241

4. Blocaje 244

4.1. Tipuri de blocaje 244
4.2. Blocaje fixe 247
4.2.1. Blocaje de zăvorîre 247
4.2.2. Blocaje prin înţepenire 251
4.3. Blocaje de orientare 265
4.3.1. Blocaje de orientare cu dinţi 265
4.3.2. Blocaje de orientare cu înţepenire 275
4.4. Blocaje pentru forţă limită 278
4.4.1. Blocaje prin indexare 278
4.4.2. Blocaje prin frînare 291

Scanned with OKEN Scanner

Pag.

5. Cuplaje 295
5.1. Tipuri de cuplaje 295
5.2. Cuplaje permanente 296
5.2.1. Cuplaje mobile longitudinal 296
5.2.2. Cuplaje mobile transversal 298
5.2.3. Cuplaje cu mobilitate unghiulară 300
5.3. Cuplaje intermitente (ambreiaje) 304
5.3.1. Cuplaje comandate 304
5.3.2. Cuplaje automate 307

6. Elemente de deservire 314
6.1. Proiectarea formei elementelor de deservire 314
6.2. Materiale 315
6.3. Clasificarea elementelor de deservire 315
6.4. Mînere de tragere 317
6.5. Mînere de apăsare 318
6.6. Mînere de împingere 319
6.7. Mînere rotative 321
6.7.1. Proiectarea formei și clasificarea mînerelor rotative 321
6.7.2. Butoane pentru deget 321
6.7.3. Butoane pentru mînă 322
6.7.4. Butoane cu pîrghie pentru deget 323
6.7.5. Mînere cu pîrghie 325
6.7.6. Chei demontabile 325
6.8. Manivele 326
6.8.1. Proiectarea formei manivelelor 327

7. Acumulatoare de energie 330
7.1. Greutăți 330
7.1.1. Greutăți de ridicare 330
7.1.2. Greutăți pe pîrghie 331
7.1.3. Greutăți de echilibrare 332
7.1.4. Greutăți pendulare 332
7.2. Arcuri 333
7.2.1. Folosirea arcurilor 334
7.2.2. Materiale 334
7.2.3. Clasificarea arcurilor 335
7.2.4. Calculul arcurilor 335
7.2.5. Arcuri de încovoiere 337
7.2.6. Arcuri de răsucire 357

8. Mecanisme 364
8.1. Transmisii prin mijloace de tracțiune 364
8.1.1. Mijloace de tracțiune 365
8.1.2. Folosirea mijloacelor de tracțiune 367
8.2. Transmisii prin fricțiune 371
8.2.1. Clasificarea transmisiilor prin fricțiune 372
8.2.2. Calculul transmisiilor prin fricțiune 372
8.2.3. Materiale 373
8.2.4. Transmisii cu roți de fricțiune cu axe paralele 373
8.2.5. Transmisii cu roți de fricțiune cu axe care se întretaie 374
8.2.6. Transmisii variabile și reversibile 375
8.2.7. Mecanisme de rulare 377
8.2.8. Mecanisme de avans 378
8.2.9. Transmisie prin fricțiune cu mijloc de tracțiune 380
8.3. Angrenaje 381
8.3.1. Dantura 381
8.3.2. Materiale 391

Scanned with OKEN Scanner

Pag.

8.3.3. Angrenaje cilindrice 392
8.3.4. Angrenaje cu cremalieră 397
8.3.5. Angrenaje conice 398
8.3.6. Angrenaje cu coroană 399
8.3.7. Angrenaje elicoidale 399
8.3.8. Angrenaje cu melc 400
8.3.9. Transmisii prin roți de lanț 404
8.4. Mecanisme cu pană 407
8.5. Mecanisme cu șurub 409
8.5.1. Tipuri de filete 409
8.5.2. Reducerea jocului filetului 410
8.5.3. Folosirea mecanismelor cu șurub 411
8.6. Mecanisme cu pîrghii 414
8.6.1. Clasificarea mecanismelor cu pîrghii 416
8.6.2. Mecanisme la care elementul de acționare oscilează 416
8.6.3. Mecanisme la care elementul de acționare se rotește 429
8.7. Mecanisme de comandă pas cu pas 435
8.7.1. Mecanisme de comandă cu clichet 436
8.7.2. Mecanisme de comandă cu roți 444
8.7.3. Mecanisme de comandă cu antrenor 450
8.8. Mecanisme de împiedicare 453

9. Regulatoare de viteză 457
9.1. Regulatoare pentru încetinirea vitezei 458
9.1.1. Regulatoare cu frînare 458
9.1.2. Regulatoare de amortizare 461
9.2. Regulatoare pentru menținerea constantă a vitezei 471
9.2.1. Regulatoare cu frînare 471
9.2.2. Regulatoare cu împiedicare 499

Bibliografie 508

Scanned with OKEN Scanner

1. INTRODUCERE

1.1. MECANICA FINĂ

Prin mecanică fină se înțelegea înainte executarea meșteșugărească a utilajelor și mașinilor mai fine, denumite în mod obișnuit instrumente și aparate. O dată cu creșterea numărului de bucăți al produselor identice de mecanică fină, s-a trecut din ce în ce mai mult la prelucrarea pe mașini, iar din producția meșteșugărească s-a dezvoltat o industrie importantă.

Producția de unicate, executată de mecanicul de precizie, a făcut loc în cea mai mare parte producției de serie și de masă, executată de muncitori calificați.

Precizia, înainte vreme legată indisolubil de noțiunea de mecanică fină, mai este aplicată acum numai acolo, unde ea este necesară. În asemenea cazuri însă, gradul de precizie realizat în trecut este depășit, deoarece există scule, dispozitive, mașini-unelte și aparate de măsurat mai precise. Pe de altă parte precizia trebuie evitată dacă nu este impusă de calitate, deoarece scumpește în mod inutil produsul.

Scopul fabricației este deci ridicarea rentabilității. În acest fel s-a schimbat fundamental și felul de construcție al produselor de mecanică fină.

1.2. PRODUSE DE MECANICĂ FINĂ

Produsele mecanicii fine cuprind următoarele aparate și mașini, care lucrează mecanic, optic sau electric:

— aparate și mașini pentru transmiterea la distanță și înregistrarea muzicii, știrilor, imaginilor sau valorilor măsurate;

— aparate și mașini de măsurat, indicatoare, înregistratoare sau numărătoare pentru diferitele mărimi de măsurat, inclusiv măsurarea timpului;

— aparate și mașini pentru scrierea sau calcularea mecanică;

— aparate și mașini pentru reglarea proceselor în instalațiile tehnice;

— aparate și mașini medicale.

Denumirile folosite pentru unele aparate și mașini de mecanică fină sînt date în cele ce urmează.

Aparate și mașini cu amplificare mecanică:

mașini de scris, de calculat, de adresat, de francat și de multiplicat, imprimatoare pentru bilete de călătorie, mașini de cusut, de brodat și de tricotat, ceasuri, mecanisme de ceasornicărie și cîntare, automate pentru

Scanned with OKEN Scanner

vînzarea produselor, aparate de măsurat pentru apă, gaze şi abur, barometre, tahometre, taxametre şi minimetre.

Aparate şi maşini optice:

aparate de măsurat astronomice şi geodezice, telescoape, binocluri şi microscoape, aparate de fotografiat, de filmat şi de proiecţie.

Aparate şi maşini care lucrează cu amplificare electrică:

aparate telefonice şi telegrafice, aparate de radiodifuziune, televiziune şi telegrafie fără fir, aparate avertizoare pentru incendii şi aparate pentru controlul pazei, aparate de semnalizare pentru circulaţia rutieră, pentru calea ferată, pentru nave şi pentru mine, ceasuri şi contoare electrice.

1.3. CLASIFICAREA ELEMENTELOR CONSTRUCTIVE

Aparatele şi maşinile mecanicii fine sînt alcătuite din subansambluri, care au de îndeplinit anumite funcţiuni.

Fiecare subansamblu se compune în esenţă din elemente de construcţie care, în cele mai multe cazuri, se pot mişca unul faţă de celălalt.

Dacă unul din aceste elemente de construcţie nu poate fi constituit dintr-o singură bucată, el trebuie compus din mai multe piese. Îmbinările care servesc acestui scop pot fi demontabile, condiţionat demontabile sau nedemontabile. În aceste cazuri, piesele pot fi împreunate direct sau indirect, ca de exemplu la îmbinările prin şuruburi, unde se folosesc elemente de îmbinare separate (şuruburi).

Asigurarea împotriva desfacerii nedorite a unei îmbinări se realizează prin material, prin forţă sau prin formă.

Pentru a asigura mişcarea dorită a elementelor de construcţie, ele trebuie să fie ghidate în aşa fel unul faţă de celălalt, încît să se mişte în felul dorit, sub influenţa forţelor care acţionează asupra lor. Asemenea elemente de construcţie mobile care realizează mişcări de translaţie se numesc ghidaje, iar cele care realizează mişcări de rotaţie, se numesc lagăre.

Sistemele ale căror elemente de construcţie ghidate trebuie să fie blocate (reţinute), după dorinţă, în anumite poziţii, mişcarea din poziţia respectivă fiind îngreuiată sau împiedicată, vor fi concentrate sub denumirea de blocaje. Există blocaje fixe, blocaje direcţionale şi blocaje limitative de forţă.

Elementele constructive care împreunează de exemplu două capete de arbore se numesc cuplaje. La cuplajele fixe elementele componente rămîn cuplate continuu în timpul funcţionării, iar la cuplajele intermitente elementele componente pot fi cuplate şi decuplate în timpul funcţionării.

Pentru a putea fi acţionate cu forţa musculară a omului, aparatele şi maşinile sînt prevăzute cu mijloace de deservire, care se împart în mijloace pentru deservire cu degetul, cu mîna şi cu piciorul. În măsura în care pentru acţionarea aparatelor şi maşinilor de mecanică fină nu se prevăd motoare electrice, electromagneţi etc., se folosesc adesea acumulatoare de energie, forţa musculară fiind acumulată în greutăţi sau în arcuri.

Elementele constructive care servesc pentru transformarea sau transmiterea mişcărilor şi, implicit, a energiilor se numesc mecanisme.

Scanned with OKEN Scanner

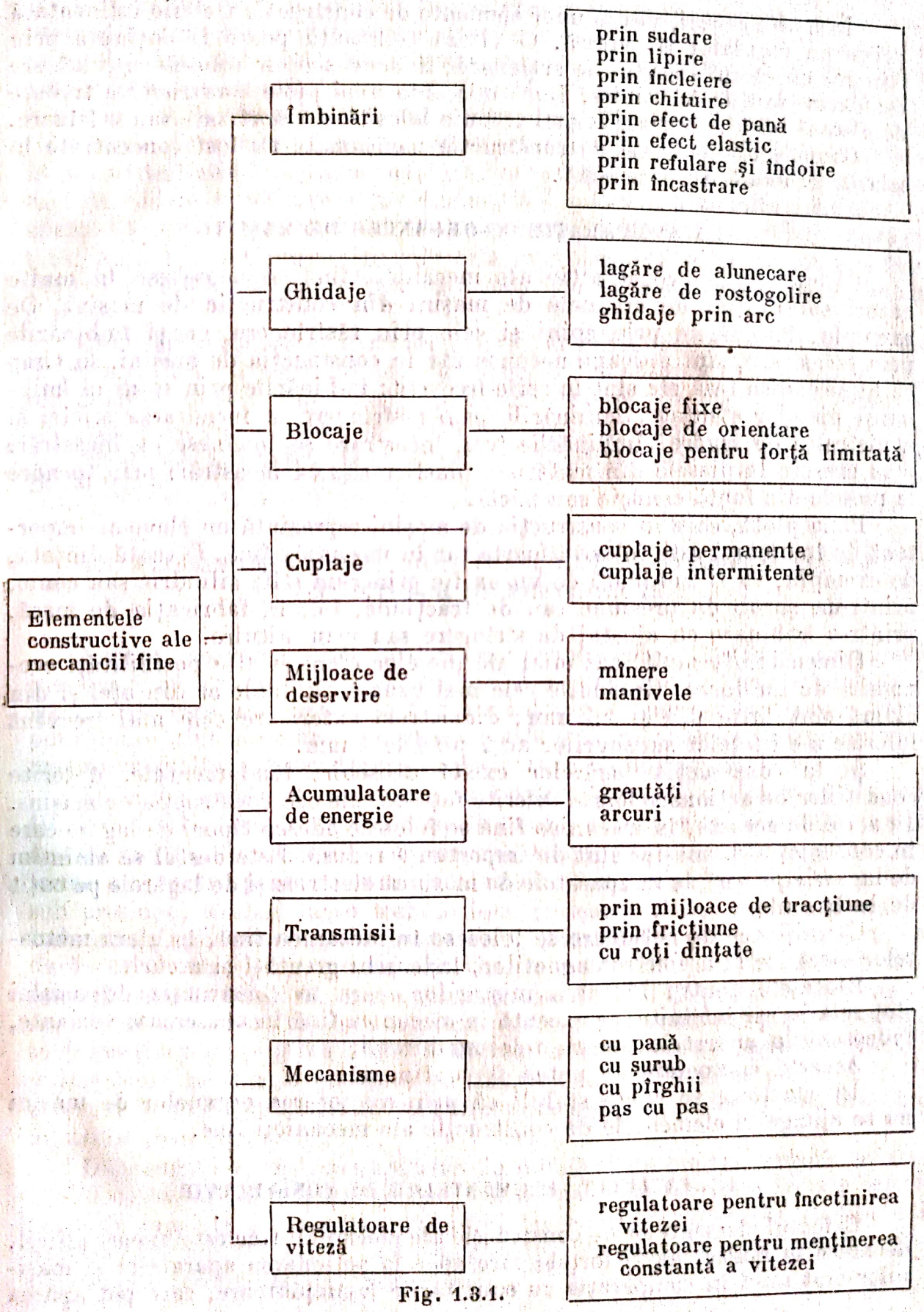

Elementele constructive ale mecanicii fine
Îmbinări
prin sudare
prin lipire
prin încleiere
prin chituire
prin efect de pană
prin efect elastic
prin refulare și îndoire
prin încastrare
Ghidaje
lagăre de alunecare
lagăre de rostogolire
ghidaje prin arc
Blocaje
blocaje fixe
blocaje de orientare
blocaje pentru forță limitată
Cuplaje
cuplaje permanente
cuplaje intermitente
Mijloace de deservire
mînere
manivele
Acumulatoare de energie
greutăți
arcuri
Transmisii
prin mijloace de tracțiune
prin fricțiune
cu roți dințate
Mecanisme
cu pană
cu șurub
cu pîrghii
pas cu pas
Regulatoare de viteză
regulatoare pentru încetinirea vitezei
regulatoare pentru menținerea constantă a vitezei

Fig. 1.3.1.

În multe cazuri, viteza unor elemente de construcție trebuie influențată printr-un regulator de viteză. O viteză constantă poate fi obținută prin frînarea excesului energiei de acționare; în acest scop se folosesc regulatoare de frînare sau de încetinire. Dacă mișcarea unei piese constructive trebuie decelerată pînă la oprire, atunci trebuie folosită o amortizare sau o frînare.

Grupele de elemente de construcție menționate au fost concentrate în schema generală din fig. 1.3.1.

1.4. COMPARAȚIE CU ORGANELE DE MAȘINI

Elementele de construcție ale mecanicii fine se deosebesc în multe cazuri substanțial de organele de mașini din construcția de mașini. De exemplu, îmbinările prin spini și cele prin răsfrîngere, ca și îmbinările prin încastrare, sînt aproape necunoscute în construcția de mașini, în timp ce în mecanica fină ele sînt folosite frecvent: îmbinările prin spini la îmbinarea pieselor ștanțate, îmbinările prin răsfrîngere la încadrarea sticlei și a pietrelor de lagăre. Îmbinările prin încastrare se întîlnesc ca încastrări prin presare la piesele din materiale plastice sau ca încastrări prin turnare la piesele din fontă cenușie sau sticlă.

Pana plată, care în construcția de mașini reprezintă un element important de îmbinare, este folosită foarte rar în mecanica fină. O roată dințată, de exemplu, va fi îmbinată cu un ax fie printr-un știft cilindric sau conic, printr-un șurub de presiune sau de tracțiune, fie, în fabricația de masă, printr-o îmbinare cu ajustaj de strîngere sau prin nituire.

Dimensiunile mult mai mici ale pieselor oferă și alte posibilități economice de îmbinare. Grosimile cele mai uzuale ale tablelor din oțel și din alamă sînt între 0,3 și 1,2 mm; diametrele exterioare cele mai frecvent folosite ale filetelor șuruburilor au 2 pînă la 4 mm.

Și la construcția lagărelor există deosebiri fundamentale, datorite condițiilor de acționare foarte diferite față de cele din construcția de mașini. În afară de aceasta, în mecanica fină se folosesc adesea tipuri de lagăre care în construcția de mașini sînt de importanță redusă. Este destul să amintim de lagărele pe vîrf de la aparatele de măsurat electrice și de lagărele pe cuțit de la bascule.

Ca mijloace de acționare se folosesc în mecanica fină, în afara motoarelor electrice și a electromagneților, îndeosebi greutăți și arcuri.

Blocajele pentru blocarea mișcărilor, care în construcția de mașini sînt relativ rar întîlnite, se execută în mecanica fină în numeroase variante, îndeosebi la aparatele pentru telecomunicații.

Această enumerare ar putea fi continuată.

În concluzie se poate stabili că prin micșorarea organelor de mașini nu se ajunge la elementele de construcție ale mecanicii fine.

1.5. CALCULUL ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE

Calculul elementelor de construcție ale mecanicii fine este uneori dificil, deoarece în multe cazuri forțele care apar la acționarea aparatelor și mașinilor sînt mici în comparație cu solicitările întîmplătoare, care pot apărea

Scanned with OKEN Scanner

datorită zguduirilor în timpul transportului sau prin alte manipulări neatente; în cele mai multe cazuri, forţele care apar nici nu pot fi prinse în cifre. În locul calculului se foloseşte atunci eventual *încercarea*, dacă, din alte motive, dimensiunile nu au trebuit deja să fie alese atît de mari, încît rezistenţa să fie în mod cert suficientă. În multe cazuri sînt determinante solicitările prin zguduituri şi lovituri în timpul transportului. Pentru a avea certitudinea în această privinţă, se recomandă, dacă este cazul, încercări de cădere şi scuturare, pe dispozitive speciale, acţionate mecanic. La aparatele frecvent solicitate sînt necesare încercări la solicitări repetate, pentru a determina locurile cele mai periclitate în exploatare (cercetarea punctelor slabe) şi pentru a modifica în mod corespunzător dimensiunile.

Cînd sarcina poate fi indicată valoric, se poate face şi un calcul de verificare a solicitării materialului. Se poate astfel observa că uneori, la forţe sau greutăţi relativ reduse, apar solicitări deosebit de mari. Este destul să amintim lagărele contoarelor electrice, la care apar presiuni specifice de peste 100 kgf/mm², la o greutate a sistemului de numai 20 pînă la 30 g.

1.6. PROIECTAREA UNOR FORME CONSTRUCTIVE CORESPUNZĂTOARE CONDIŢIILOR DE PRELUCRARE

Pentru mecanica fină, proiectarea formei constructive şi asamblarea pieselor şi a elementelor de construcţie, din punctul de vedere al prelucrării economice, este mai importantă decît calculul. Pentru o proiectare corespunzătoare sînt necesare cunoştinţe vaste asupra sculelor, dispozitivelor, maşinilor-unelte şi procedeelor de prelucrare ale mecanicii fine.

În multe cazuri, forma piesei este diferită, după cum sînt de executat 10, 100, 1 000, 10 000, sau mai multe bucăţi ale aceleiaşi piese. La o serie de 100 bucăţi, de exemplu, nu rentează executarea unor ştanţe sau a unor forme de presare pentru materialul izolant, sau a unor cochilii de turnare sub presiune. Acelaşi lucru trebuie luat în seamă şi la alegerea felului de îmbinare. O încastrare prin presare sau turnare trebuie prevăzută numai dacă costul formelor se poate amortiza în mod cert. Trebuie dată atenţie folosirii, în măsură cît mai mare posibilă, instalaţiilor de prelucrare existente. Astfel, de exemplu, în industria lămpilor şi a sobelor cu petrol lampant se foloseşte mult lipirea tare şi lipirea moale; această industrie posedă mijloace de producţie şi cadre calificate necesare acestei prelucrări. De aceea, în această industrie se va prefera, în aceleaşi condiţii, aplicarea îmbinărilor prin lipire.

Dependenţa formei constructive de numărul de bucăţi, nevoia de a se lua în consideraţie înzestrarea specifică a uzinei şi diferitele cerinţe referitoare la precizia şi calitatea execuţiei îngreuiază clasificarea elementelor constructive ale mecanicii fine din punctul de vedere al proiectării corespunzătoare condiţiilor de prelucrare.

Scanned with OKEN Scanner

1.7. ALEGEREA MATERIALELOR ŞI SEMIFABRICATELOR

La produsele de mecanică fină, costul materialului este redus în comparaţie cu costul manoperei consumate.

În locul laminatelor brute se prelucrează bare trase netede din oţel carbon şi oţel de scule, din alamă, bronz şi aluminiu, ale căror toleranţe de tragere trebuie să fie atît de strînse, încît piesele să poată fi debitate direct din bare, fără să mai fie necesară o strunjire suplimentară. Pentru piesele ştanţate, se folosesc table netede şi decapate, care pot fi acoperite direct, prin nichelare sau prin vopsire prin pulverizare. În locul turnării în forme de nisip se prevede, în cele mai multe cazuri, turnarea în cochilie sau turnarea sub presiune. În afară de aceasta, ca piese izolante se folosesc piese din materiale izolante presate sau turnate sub presiune, avînd o bună calitate a suprafeţei şi o înaltă precizie dimensională.

La fabricaţia de masă este mai economic să se folosească de la început un semifabricat executat la dimensiuni precise, decît să se facă prelucrarea ulterioară a pieselor pentru a corespunde dimensiunilor cerute.

În domeniul mecanicii fine, rezistenţa materialului are, în cele mai multe cazuri, un rol mai mic decît o bună prelucrabilitate. Aşa, de exemplu, la fabricaţia şuruburilor, oţelul carbon obişnuit este preferat oţelului de scule, deoarece el poate fi prelucrat în aproximativ jumătate din timp.

Scanned with OKEN Scanner

2. ÎMBINĂRI

Îmbinările sînt puncte rigide de asamblare (puncte de legătură) în aparatele şi maşinile de mecanică fină, prin care două sau mai multe piese se asamblează pentru a forma elemente de construcţie.

2.1. CONSTITUIREA ÎMBINĂRILOR

Suprafeţele în contact reciproc ale pieselor unei îmbinări formează suprafaţa de îmbinare, notată în fig. 2.1.1—2.1.3 prin F; dimensiunile suprafeţelor de contact sînt caracterizate în aceste figuri prin cotele a şi b.

După felul în care sînt aşezate piesele la locul de îmbinare se disting îmbinări prin suprapunere (fig. 2.1.1), îmbinări cap la cap (fig. 2.1.2) şi îmbinări în unghi (fig. 2.1.3).

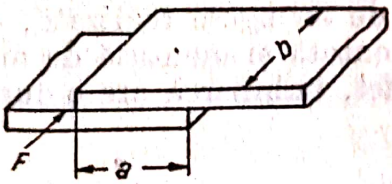


Fig. 2.1.1.
Îmbinare prin suprapunere

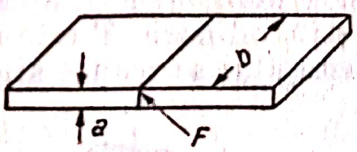


Fig. 2.1.2.
Îmbinare cap la cap

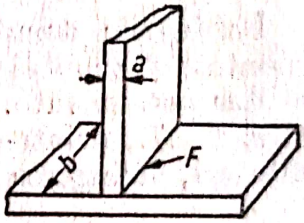


Fig. 2.1.3.
Îmbinare în unghi

O îmbinare poate fi demontabilă, demontabilă condiţionat sau nedemontabilă (fixă) şi poate fi realizată direct sau indirect.

În orice caz, îmbinarea trebuie să fie atît de rigidă, încît să nu se desfacă la solicitările care apar normal în timpul funcţionării sau în timpul transportului. Această siguranţă împotriva desfacerii se obţine prin material, prin forţă sau prin formă.

În fig. 2.1.4. sînt reprezentate posibilităţile de realizare a unei îmbinări.

2.1.1. Îmbinări demontabile

Îmbinările demontabile (fig. 2.1.5 şi 2.1.6) pot fi demontate şi montate de mai multe ori, fără ca piesele componente ale îmbinării şi elementele

de îmbinare să sufere deformări permanente. Îmbinarea prin șurub din fig. 2.1.5 se desface prin deșurubarea șurubului S din filetul interior al piesei

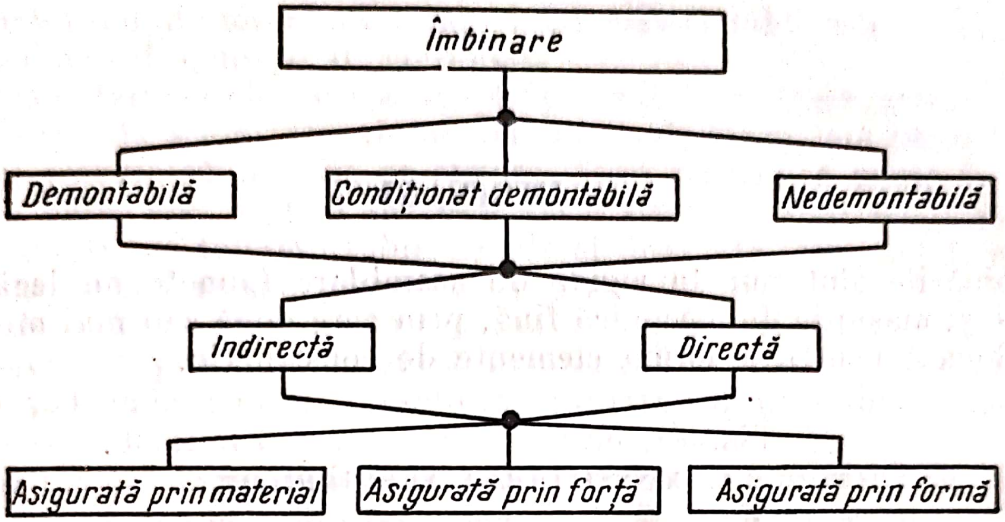


Fig. 2.1.4.
Posibilitățile de realizare a unei îmbinări

inferioare. Îmbinarea prin șurub din fig. 2.1.6 se desface prin deșurubarea cepului filetat al piesei rotunde din gaura filetată a piesei în formă de placă.

2.1.2. Îmbinări demontabile condiționat

Îmbinările demontabile condiționat (fig. 2.1.7. și 2.1.8.) nu pot fi demontate și montate din nou ori de cîte ori este nevoie, din cauza deformațiilor permanente. Dacă îmbinarea cu ajustaj de strîngere realizată, ca în fig. 2.1.7., printr-un știft cilindric T este demontată și montată de mai multe ori, strîngerea ajustajului se reduce și, astfel, îmbinarea are o dura-

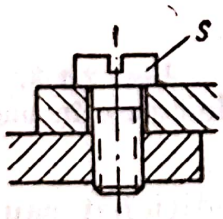


Fig. 2.1.5.
Îmbinare indirectă prin șurub

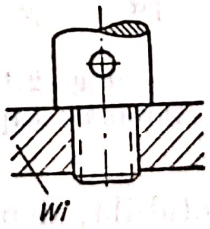


Fig. 2.1.6.
Îmbinare directă prin șurub

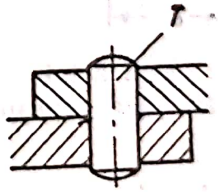


Fig. 2.1.7.
Îmbinare indirectă prin ajustaj cu strîngere

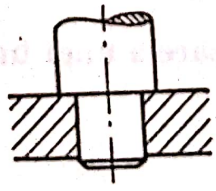


Fig. 2.1.8.
Îmbinare directă prin ajustaj cu strîngere

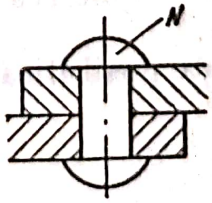


Fig. 2.1.9.
Îmbinare indirectă prin nituire

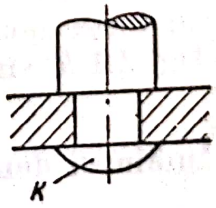


Fig. 2.1.10.
Îmbinare directă prin nituire

Scanned with OKEN Scanner

bilitate limitată. O situație asemănătoare se întîlnește la îmbinarea cu ajustaj cu strîngere din fig. 2.1.8, la care un cep rotund al uneia din piese pătrunde în gaura cu ajustaj a celeilalte piese, îmbinarea fiind realizată prin presare.

2.1.3. Îmbinări nedemontabile (fixe)

Îmbinările nedemontabile sînt realizate astfel, încît cel puțin o parte a îmbinării trebuie să se deformeze la desfacere. La îmbinarea prin nituire din fig. 2.1.9, îmbinarea se desface prin distrugerea nitului N, iar la îmbinarea prin nituire din fig. 2.1.10 capul de strîngere K al piesei rotunde trebuie îndepărtat.

2.1.4. Îmbinări indirecte

Îmbinările indirecte au cel puțin un mijloc de îmbinare care leagă mai multe piese. Mijloacele de îmbinare pot fi piese de legătură sau materiale de adaos. Piesele de legătură sînt în multe cazuri standardizate.

Materialele de adaos sînt necesare, de exemplu, la realizarea îmbinărilor prin lipire sau prin sudare. Piesele pregătite pentru sudarea prin topire, așa cum se arată în fig. 2.1.11 și 2.1.13, se sudează indirect, prin electrodul

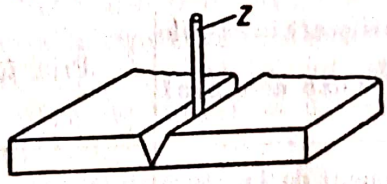


Fig. 2.1.11.
Pregătirea pieselor pentru sudare

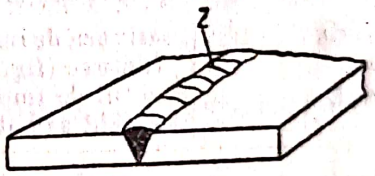


Fig. 2.1.12.
Îmbinare indirectă prin sudare

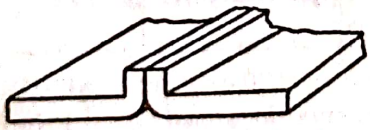


Fig. 2.1.13.
Pregătirea pieselor pentru sudare

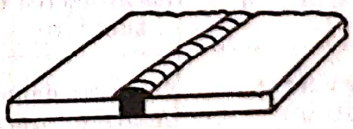


Fig. 2.1.14.
Îmbinare directă prin sudare

de sudură Z. În fig. 2.1.12 și 2.1.14 sînt reprezentate îmbinările realizate prin sudare. Pentru îmbinările prin lipire se folosesc ca materiale de adaos aliajele de lipit.

2.1.5. Îmbinări directe

Îmbinările directe nu au nevoie de mijloace de îmbinare pentru asamblarea pieselor (fig. 2.1.6, 2.1.8, 2.1.10 și 2.1.14).

Scanned with OKEN Scanner

2.1.6. Asigurarea prin material

La asigurarea prin material se folosesc forţele de coeziune şi de adeziune. Prin coeziune se înţelege rezistenţa interioară a pieselor şi a elementelor de legătură. Prin adeziune se înţeleg forţele de legătură la suprafeţele de îmbinare ale pieselor.

Din îmbinările cu asigurare prin material fac parte îmbinările prin sudare, prin lipire, prin chituire şi prin încleiere (tabela 2.1.1.).

Tabela 2.1.1

Îmbinări cu asigurare prin material, forţă sau formă

Felul îmbinării	Îmbinarea se realizează prin	Asigurarea îmbinării
Prin sudare	Curgere de material topit în rostul de sudură (fig. 2.1.12 şi 2.1.14)	Prin material
Prin lipire	Curgere de material topit (aliaj de lipit) în rostul de lipire	
Prin încleiere	Efecul de aderenţă a materialelor de adaos nemetalice (substanţe pentru lipit, cleiuri) în rostul de încleiere	Prin material
Prin chituire	Efectul de aderenţă a materialelor de adaos nemetalice (chituri în rostul de chituire)	
Prin şurub	Presiunea de înşurubare a unei tije filetate în găurile filetate (fig. 2.1.5 şi 2.1.6)	Prin forţă
Prin pană	Efectul de împănare a suprafeţelor dat de o pană axială sau de rotire	
Prin arc	Arcuirea unei piese sau a unui element de legătură	Prin forţă
Prin ajustaj cu strîngere	Ajustaj cu strîngere al pieselor prismatice (fig. 2.1.7. şi 2.1.8)	
Prin nituire	Refularea capetelor la cepurile sau tijele niturilor care ies în afară (fig. 2.1.9 şi 2.1.10)	Prin formă
Prin răsfrîngere	Răsfrîngerea marginilor pieselor sau tijelor niturilor tubulare	
Prin nervurare	Presarea de nervuri	Prin formă
Prin fălţuire	Agăţarea uneia de cealaltă şi presarea în această poziţie a marginilor drepte ale pieselor subţiri	
Prin urechi	Îndoirea sau răsucirea urechilor care ies în afară	
Prin imprimare	Imprimarea de crestături, vîrfuri sau alte gravuri	Prin formă
Prin lărgire sau îngustare	Lărgirea sau îngustarea unei piese sau a unui element de legătură	
Prin coasere	Coaserea cu aţe sau sîrme	
Prin presare	Încastrarea pieselor la presarea elementelor constructive din materiale deformabile	Prin formă
Încastrarea prin turnare sau topire	Încastrarea pieselor la executarea elementelor constructive prin turnare sau topire	

Scanned with OKEN Scanner

2.1.7. Asigurarea prin forță

La asigurarea prin forță, forța de strîngere produsă de efectul de împănare sau de arcuire al pieselor sau al elementelor de îmbinare dă naștere la deformări elastice.

Îmbinările cu asigurare prin forță sînt îmbinările prin șurub, prin pană, prin arc sau prin ajustaj cu strîngere (tabela 2.1.1.).

2.1.8. Asigurarea prin formă

La asigurarea prin formă piesele sînt împreunate datorită formei lor. În multe cazuri, asigurările prin formă sînt completate de asigurări prin forță.

Dintre asigurările prin formă fac parte îmbinările prin nituire, prin răsfrîngere, prin nervurare, prin fălțuire, prin urechi, prin imprimare, prin lărgire sau îngustare și prin coasere (tabela 2.1.1.), care se realizează prin refulare sau îndoire, precum și îmbinările prin încastrare, care se realizează prin presare sau prin topire și turnare.

2.2. ÎMBINĂRI PRIN SUDARE

Îmbinările prin sudare sînt îmbinări nedemontabile ale unor piese metalice din materiale identice sau asemănătoare, la care locul sudat trebuie să constituie cu piesele, pe cît posibil, un tot unitar.

Poziția reciprocă a pieselor sudate este obținută prin asigurarea prin material.

În anumite condiții, se pot suda și piese din materiale plastice sau din sticlă.

Se poate suda cu sau fără material de adaos (material de sudură) și, din acest punct de vedere, se deosebesc îmbinări indirecte sau directe prin sudare.

Se poate menționa, de asemenea, sudarea la rece a pieselor metalice.

2.2.1. Procedee de sudare

Îmbinările prin sudare ale pieselor metalice se pot realiza fie prin topirea materialelor la locul de sudare așa încît materialele în stare lichidă se împreunează (suduri prin topire), fie prin încălzirea numai pînă la înmuiere, după care suprafețele de îmbinare sînt presate puternic una înspre cealaltă (suduri prin presiune).

2.2.1.1. Sudarea prin topire

Topirea se produce sub efectul local al unei flăcări de gaz combustibil și oxigen (sudarea cu gaz sau autogenă) sau al unui arc electric (sudarea cu arc electric). Arcul electric poate arde liber în atmosferă (sudare electrică liberă), sau poate fi înconjurat de un gaz protector (sudarea cu hidrogen

atomic). La sudarea cu arc electric liber, care se folosește adesea în mecanica fină, se pot utiliza electrozi de metal sau electrozi de cărbune.

La sudarea cu arc electric cu ajutorul electrozilor metalici, arcul se formează între piesele care se sudează și un electrod metalic care se topește, furnizînd materialul de adaos pentru sudare (fig. 2.2.1.).

La sudarea cu arc electric cu ajutorul electrozilor de cărbune, arcul electric se formează între piesele care se sudează și doi electrozi de cărbune (fig. 2.2.2.).

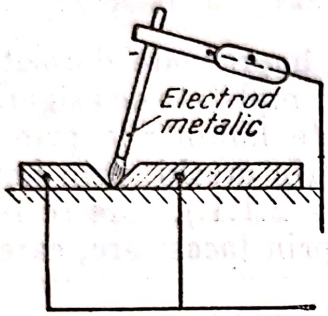


Fig. 2.2.1.

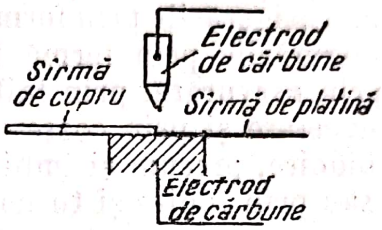


Fig. 2.2.2.

Procedee de sudare cu arc electric

Un procedeu de sudare cu arc electric, la care se folosește numai un singur electrod de cărbune, se întîlnește la aparatele de sudare manuale. Cu acest „procedeu" se pot executa, de exemplu în electrotehnică, legături prin sudare la conductoare, într-un timp mai scurt decît dacă s-ar face legături prin lipire tare.

2.2.1.2. Sudarea prin presiune

Cel mai simplu procedeu de sudare prin presiune este sudarea prin forjare. Căldura necesară sudării se obține printr-un foc deschis sau într-un cuptor, iar sudarea se execută prin ciocănire, laminare, presare sau alt procedeu similar.

În mecanica fină găsește o largă răspîndire sudarea electrică prin rezistență, care se bazează pe încălzirea locului de sudare prin trecerea unui curent electric. În acest caz, cantitatea de căldură dezvoltată este cu atît mai mare, cu cît este mai mare rezistența de contact dintre piesele care se sudează. Se deosebesc în acest caz sudarea prin refulare, sudarea cu scîntei, sudarea prin puncte, sudarea prin puncte în relief și sudarea în linie.

La sudarea prin refulare, cele două piese care trebuie sudate se strîng în bacurile de strîngere *A* și *B* (fig. 2.2.3) care folosesc și pentru conducerea curentului electric. După încălzirea suficientă a locului de sudat prin curent electric, curentul este întrerupt, iar cele două suprafețe sînt apăsate cu o presiune mărită una împotriva celeilalte. La locul de sudat se produce o îngroșare (fig. 2.2.4.), care poate fi însă îndepărtată printr-un dispozitiv de presare.

Sudarea prin scîntei este o sudare cap la cap, de tip deosebit. În locul îngroșării care se produce la sudarea prin refulare, în acest caz se formează

numai o bavură. Între suprafețele care trebuie sudate se formează la început un arc electric, apoi se produc scîntei (fig. 2.2.5.). Locul de sudat este adus astfel la incandescență, iar, la împreunarea pieselor prin presare, materialul lichid iese în afară formînd o bavură (fig. 2.2.6.).

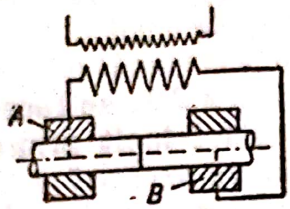


Fig. 2.2.3.
Așezarea pieselor care se sudează

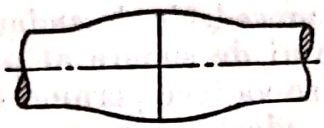


Fig. 2.2.4.
Sudarea prin refulare

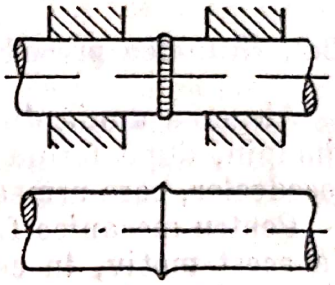


Fig. 2.2.5. Fig. 2.2.6.
Sudarea prin scîntei

La sudarea prin puncte, piesele care trebuie sudate sînt apăsate una peste cealaltă, fără curent, de către doi electrozi punctiformi (fig. 2.2.7.), electrodul *A* mișcîndu-se în acest timp în direcția săgeții. Apoi, prin trecerea curentului electric, piesele încălzite în locul de sudat, pînă la temperatura necesară sudării, se sudează într-un punct, datorită presiunii între electrozi.

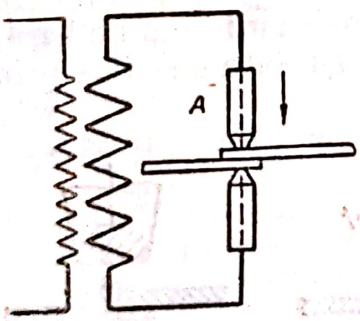


Fig. 2.2.7.
Procedeu de sudare cu electrozi punctiformi (electrodul *A* este mobil)

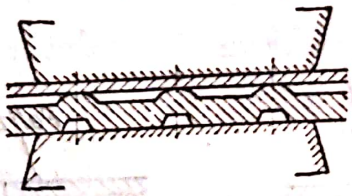


Fig. 2.2.8.
Procedeu de sudare cu electrozi lați pentru mai multe puncte în relief

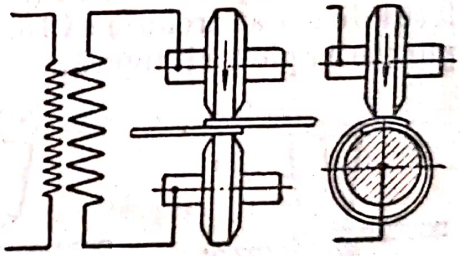


Fig. 2.2.9.
Procedeu de sudare cu electrozi în formă de role

Fig. 2.2.10.
Procedeu de sudare cu un electrod în formă de rolă și al doilea electrod în formă de bară

La sudarea prin puncte în relief, curentul electric de sudare trece prin punctele în relief care au fost executate înainte de sudare la una din piese (fig. 2.2.8.). Prin densitatea mare de curent se produce o încălzire rapidă iar în timpul sudării, punctele în relief fiind înmuiate, se strivesc. După sudare, piesele sînt strînse una de alta.

La sudarea în linie punctele de sudură individuale sînt atît de apropiate unul de altul, încît ele se suprapun. Pentru a mări economicitatea procedeului, electrozii punctiformi sînt înlocuiți prin electrozi în formă de role (fig. 2.2.9.), care, acționați printr-un mecanism de comandă pas cu pas,

execută cîte un punct de sudură după fiecare pas. Există și posibilitatea de a alege pasul atît de mare, încît punctele de sudură individuale să nu se mai suprapună.

Electrodul în formă de rolă de la partea inferioară poate fi înlocuit și printr-un electrod fix în formă de bară (fig. 2.2.10).

2.2.2. Gruparea procedeelor de sudare

Alegerea unuia dintre procedeele de sudare din cap. 2.2.1. se face, în principiu, după forma locului de sudare al pieselor, astfel încît gruparea procedeelor, care urmează, se va face pornind de la această premiză.

Pentru mecanica fină, sudarea prin puncte are o importanță deosebită. Din acest motiv, în cele ce urmează se va trata în primul rînd sudarea prin puncte și apoi sudarea prin puncte în relief, în linie și sudarea cu arc electric.

2.2.3. Sudarea prin puncte

Sudarea prin puncte se aplică îndeosebi pentru împreunarea pieselor din tablă între ele și a pieselor din tablă cu piese din bare rotunde, late și de profile asemănătoare. În special la piesele din tablă suprapuse prin suprafețe late, sudarea prin puncte înlocuiește cu succes nituirea, eliminîndu-se astfel găurirea tablelor și introducerea niturilor; în acest scop se folosesc doi electrozi punctiformi (fig. 2.2.7.). Deoarece electrozii au formă de bară, locul de sudat trebuie să fie vizibil, pentru a se putea garanta o sudare prin puncte rapidă și sigură.

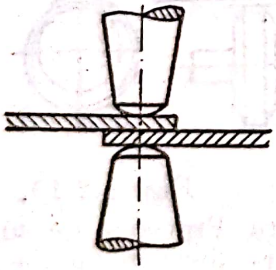


Fig. 2.2.11. Piese înainte de sudare

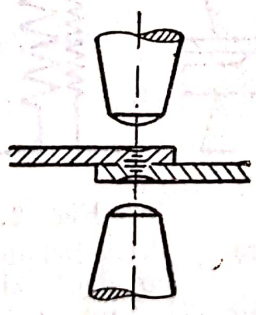


Fig. 2.2.12. Piese după sudare

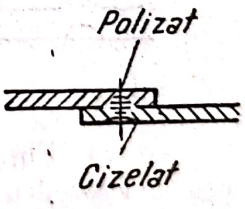


Fig. 2.2.13. Finisarea locului sudat

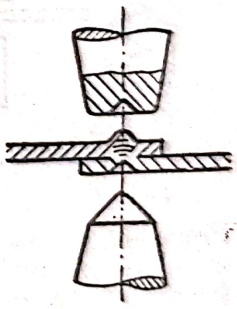


Fig. 2.2.14. Punct de sudură în relief

2.2.3.1. Punctul de sudură

Punctul de sudură, adică locul vizibil al sudării prin puncte unde electrodul punctiform a atins suprafața sudată, depinde ca mărime și aspect, în general, de mărimea, forma și materialul electrodului de sudură.

Mărimea punctului de sudură este condiționată mai ales de mărimea electrodului punctiform, care la rîndul ei depinde de intensitatea curentului electric ce trebuie folosit pentru sudare. Această intensitate este în primul rînd condiționată de grosimea totală a pieselor în dreptul locului de sudat.

Scanned with OKEN Scanner

Aspectul punctului de sudură poate fi influențat de forma capetelor electrozilor. La forma cea mai uzuală, cu capete bombate (fig. 2.2.11), se formează pe ambele fețe adîncituri în formă de cicatrice (fig. 2.2.12). Dacă acestea dezavantajează aspectul suprafețelor, de exemplu al suprafeței exterioare a carcaselor, atunci locul de sudat poate fi făcut invizibil printr-o polizare ulterioară, așa cum se arată în fig. 2.2.13. Deoarece această prelucrare suplimentară mărește prețul de cost, se poate aplica sudarea cu formarea punctelor în relief (fig. 2.2.14). În acest caz electrodul inferior este prevăzut cu un vîrf conic rotunjit, iar electrodul superior, cu o adîncire conică. La sudare se formează un vîrf rotund, care se aseamănă cu forma capetelor semirotunde ale niturilor.

2.2.3.2. Proiectarea formei pieselor pentru sudarea prin puncte

Pentru sudarea prin puncte, piesele trebuie să aibă o astfel de formă, încît să fie posibilă folosirea electrozilor punctiformi normali cu răcire cu apă. La aceștia, uzura suprafețelor de contact, datorită fenomenului de lipire, este sensibil mai mică decît la electrozii fără răcire cu apă, însă ei necesită un diametru mai mare. La sudarea unui cornier din tablă (fig. 2.2.15), avînd o aripă cu lungimea l relativ mare, distanța a pînă la

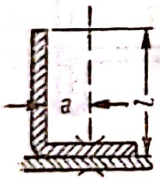


Fig. 2.2.15. Cornier sudat prin puncte

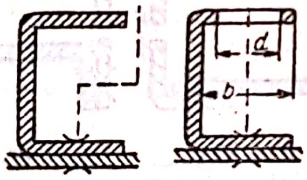


Fig. 2.2.16. Fig. 2.2.17. Electrozi cotiți și drepți pentru sudarea unui profil U

Fig. 2.2.18. Profile sudate prin puncte

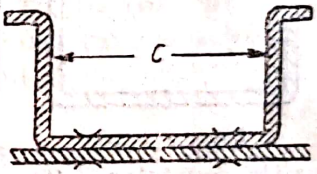


Fig. 2.2.19.

punctul de sudură trebuie să fie de aceea de minimum 10 mm. Un profil în formă de U (fig. 2.2.16) trebuie pe cît posibil evitat, deoarece în acest caz trebuie folosit un electrod special de formă cotită, la care răcirea cu apă se face anevoios. Eventual se poate ajunge la folosirea unui electrod normal, prevăzînd o gaură de trecere corespunzătoare cu diametrul d, în aripa superioară a profilului U (fig. 2.2.17), sau se înlocuiește profilul de formă U printr-un profil de formă Z, conform fig. 2.2.18.

Dacă pe o placă de bază trebuie sudate mai multe profile din tablă, este necesar să se acorde o toleranță mai mare pentru poziția reciprocă a profilelor între ele, care să țină seama de jocul necesar în punctele de așezare ale dispozitivului de sudare. Dacă această toleranță nu este admisibilă, amplasarea profilelor din fig. 2.2.18 poate fi înlocuită printr-un singur profil dublu, așa cum se arată în fig. 2.2.19, deoarece precizia cotei c este asigurată, independent de operația de sudare. Pentru a putea folosi și în acest caz electrozi normali, trebuie ca punctul de sudură să nu fie așezat prea aproape de aripa verticală a profilului din tablă.

Scanned with OKEN Scanner

La locurile de îmbinare prin suprapunere (fig. 2.2.20), lungimea a a părții suprapuse trebuie să nu fie prea mică, deoarece, în caz contrar, o mică abatere a punctului de sudură de la centrul însemnat poate avea drept

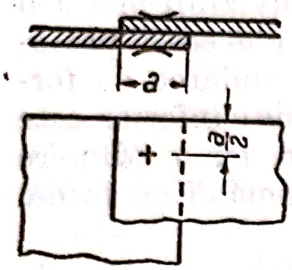


Fig. 2.2.20.

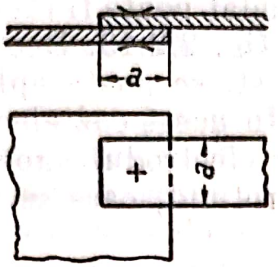


Fig. 2.2.21.

Poziția punctului de sudură la sudarea tablelor suprapuse

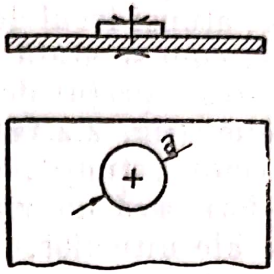


Fig. 2.2.22.

Sudare folosind o șaibă rotundă și un punct de sudură

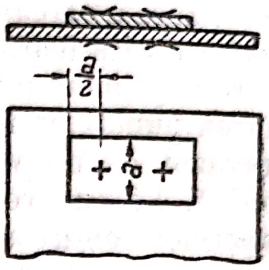


Fig. 2.2.23.

Sudare folosind o șaibă dreptunghiulară și două puncte de sudură

urmare o deplasare a marginii tablei; de aceea este necesar ca suprapunerea să fie de minimum 8 mm, iar distanța de la margine a punctului de sudură să fie de cel puțin 4 mm.

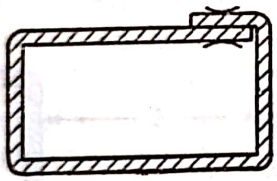


Fig. 2.2.24.

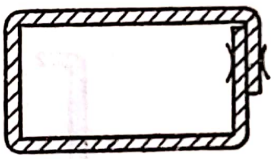


Fig. 2.2.25.

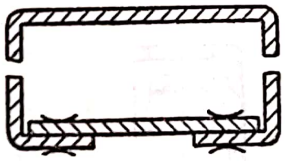


Fig. 2.2.26.

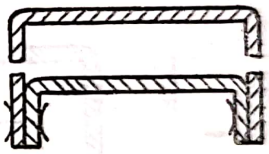


Fig.2.2.27.

Poziția capetelor suprapuse ținînd seama de posibilitatea de acces a electrozilor pentru sudarea prin puncte

Din același motiv, benzile înguste de tablă (fig. 2.2.21) trebuie să aibă lățimea minimă de 8 mm. Adaosurile de întărire, care trebuie aplicate prin sudură în dreptul găurilor filetate, trebuie să aibă pe cît posibil forma arătată în fig. 2.2.23, așa încît să poată fi fixate prin două puncte de sudură. Dacă îmbinarea se face printr-un singur punct de sudură (fig. 2.2.22), există pericolul ca acest punct să fie eliminat prin găurire.

Chesoanele din tablă cu secțiune lungă și îngustă trebuie să aibă punctele de sudură pe latura îngustă, așa cum se arată în fig. 2.2.25, deoarece în cazul construcției din fig. 2.2.24 trebuie folosiți electrozi speciali pentru a se putea executa sudarea.

Dacă chesonul este format din două piese, construcția din fig. 2.2.27 este în general preferabilă celei din fig. 2.2.26, deoarece locul de sudare este vizibil din ambele părți și sudura poate fi executată, eventual, cu electrozi normali.

În general este necesară folosirea dispozitivelor speciale de sudare, pentru a putea menține piesele care trebuie îmbinate în poziție reciprocă corectă în timpul sudării. În unele cazuri însă, prin proiectarea corespunzătoare a pieselor se pot elimina dispozitivele de sudare, ceea ce este de dorit,

Scanned with OKEN Scanner

chiar și din punctul de vedere al economiei de greutate și al ușurării prin aceasta a manipulării în timpul sudării. Astfel, de exemplu, la realizarea unui cheson din tablă, capetele care trebuie sudate pot fi astfel decalate (fig. 2.2.28), încît ele să nu se mai poată deplasa unul față de celălalt.

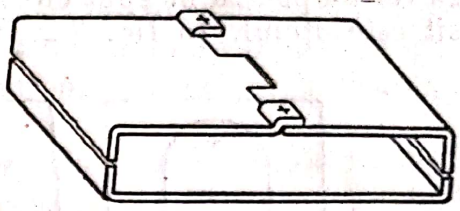


Fig. 2.2.28. Asigurarea poziției pentru sudarea prin puncte fără dispozitiv de sudare

2.2.3.3. Numărul punctelor de sudură

Numărul punctelor de sudură se alege în funcție de mărimea suprafețelor care trebuie sudate; în multe cazuri însă este suficient un singur punct de sudură.

Sudările cu un singur punct. Cînd suprafețele care trebuie sudate prin puncte sînt relativ mici și nu sînt solicitate la răsucire decît în proporție redusă, sudarea se face în cele mai multe cazuri printr-un singur punct. Aceasta are avantajul, în comparație cu îmbinarea prin nituire, că piesele, datorită îmbinării asigurate prin material, fără mijloace ajutătoare speciale, sînt asigurate și contra răsucirii. La o solicitare la răsucire, materialul pieselor sudate prin puncte se rupe în afara locului de sudură.

În fig. 2.2.29—2.2.32 sînt reprezentate exemple de îmbinări prin sudură prin cîte un singur punct folosite în domeniul construcției aparatelor de telecomunicații. În exemplul din fig. 2.2.29 este cazul unui colțar, pentru suspensia unui arc. Obținerea colțarului prin decupare și îndoire din placa de bază ar fi mai scumpă și, în afară de aceasta, grosimea colțarului și a

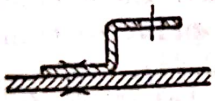


Fig. 2.2.29. Colțar pentru suspensia unui arc

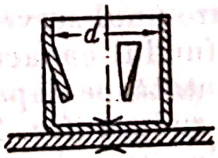


Fig. 2.2.30. Pahar pentru picior din cauciuc

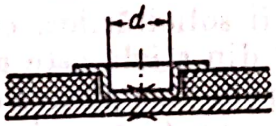


Fig. 2.2.31. Pahar ca element de îmbinare

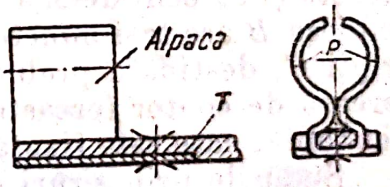


Fig. 2.2.32. Arc din alpaca cu suportul său

plăcii de bază ar trebui să fie egale. Paharul aplicat prin sudură (fig. 2.2.30) trebuie să primească o piesă cilindrică din cauciuc moale care să servească ca amortizor. Decupările ascuțite care sînt îndoite spre interior servesc la reținerea și asigurarea piesei din cauciuc împotriva ieșirii. Pentru a putea realiza sudarea cu electrozi normali, diametrul interior d al paharului trebuie să fie suficient de mare. Pentru fixarea unei plăci din material izolant pe o placă de bază metalică, se pot folosi unul sau mai multe pahare ambutisate cu margine ca în fig. 2.2.31. În fig. 2.2.32 este reprezentată îmbinarea unui suport pentru o siguranță fuzibilă, la care sînt împreunate prin sudare piese din alpaca și din oțel. Pentru a evita solicitarea locului sudurii, brațele P sînt îndoite în așa fel, încît ele îmbracă suportul T cu care sînt îmbinate prin sudare.

Scanned with OKEN Scanner

Sudurile prin puncte multiple. La sudarea suprafețelor mai mari trebuie prevăzute cel puțin două puncte de sudură alăturate. În cele ce urmează se vor da pentru început cîteva exemple de aplicare, la care materialul folosit este oțelul. În fig. 2.2.33 sînt reprezentate piese ștanțate ale carcasei

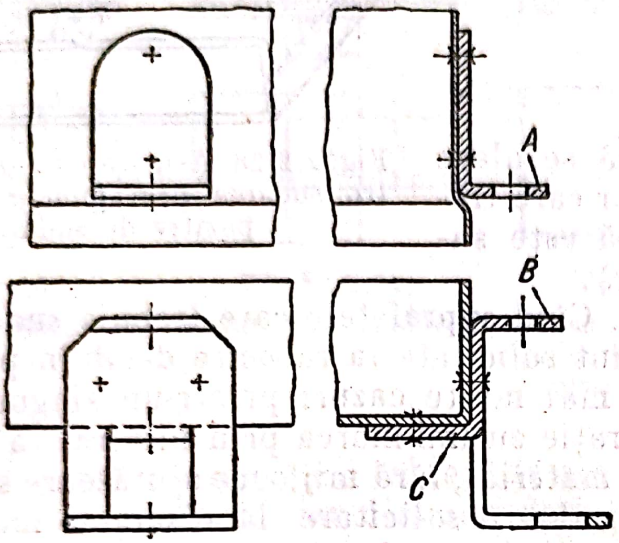


Fig. 2.2.33.
Colțare de fixare

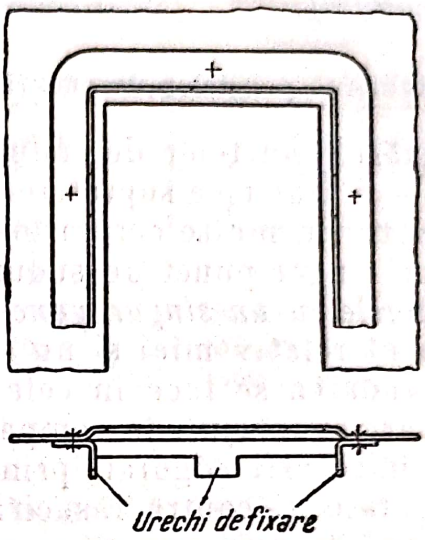
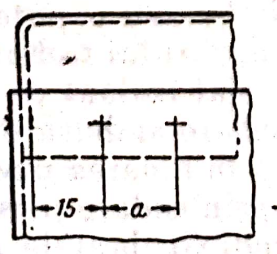


Fig. 2.2.34.
Rama geamului unui contor

unui contor electric. Cu ajutorul pieselor ștanțate *A* și *B* se realizează înșurubarea capacului pe placa de bază; piesa *B* mai servește în afară de aceasta și ca ochi de agățare. Piesa *A* este punctată în două locuri, în timp ce piesa *B* are trei puncte de sudură, dintre care unul servește la îmbinarea aripii *C*, destinată preluării solicitărilor, cu fundul capacului. La această carcasă de contor fereastra din sticlă este montată pe capac printr-o ramă din tablă, care este fixată prin șase puncte de sudură (fig. 2.2.34).

Sudurile prin șiruri de puncte se aplică la capacele din tablă cu fețe plane, atunci cînd adîncimile sînt relativ mari și ar comporta un număr mai mare de operații pentru a realiza ambutisarea dintr-o singură bucată de tablă. Prin compunerea din mai multe piese (fig. 2.2.35), se reduce nu numai costul manoperei, ci și al materialului, deoarece se poate folosi tablă neagră în loc de tablă de ambutisare.

În fig. 2.2.36 este reprezentată carcasa unui aparat telefonic, care se compune dintr-o parte centrală, îndoită, și din două părți laterale, trase



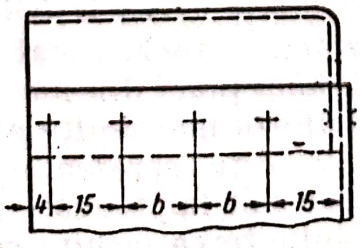


Fig. 2.2.35.
Amplasarea punctelor de sudură la capace din tablă care sînt constituite din trei piese

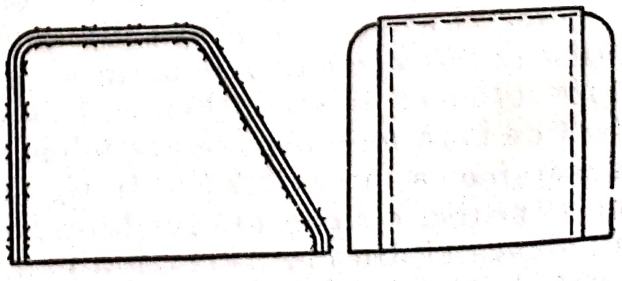


Fig. 2.2.36.

dintr-o singură bucată și tăiată apoi în două. Primele puncte de sudură ale șirului se amplasează de obicei ceva mai aproape unul de altul decît celelalte. Distanța dintre puncte este de circa 5 mm, iar suprapunerea tablelor — de circa 8 mm. Această carcasă era ambutisată înainte dintr-o singură bucată de tablă, ceea ce dădea multe rebuturi din cauza părții înclinate, care se execută deosebit de greu.

Piese din tablă cu diferențe sensibile de grosime. Dacă trebuie îmbinată o piesă din tablă subțire cu una din tablă relativ groasă, piesa din tablă subțire se poate deforma sau chiar arde la sudarea prin puncte. Rezolvarea problemei constă în folosirea sudării prin puncte în relief.

Sudarea pieselor din bare rotunde. La îmbinarea unei piese rotunde cu o piesă plată din tablă (fig. 2.2.37), sau a două bare rotunde care se încrucișează (fig. 2.2.40), nu este în general posibilă influențarea formei punctului de sudură printr-o conformație specială a electrozilor. Dacă o piesă din tablă trebuie îmbinată cu suprafața exterioară cilindrică a unei bare rotunde, electrodul superior capătă o degajare în formă de canal în care să intre bara rotundă (fig. 2.2.37). În asemenea cazuri, piesa din tablă are o nervură care asigură poziția barei rotunde (fig. 2.2.38). O profilare conform fig. 2.2.39 ar da desigur o mai bună asigurare a poziției decît cea din fig. 2.2.38, dar ar rezulta o sudură mai puțin bună, deoarece curentul ar trebui să se împrăștie pe o suprafață mai mare. Pentru sudarea celor două bare rotunde încrucișate (fig. 2.2.40), sînt necesari doi electrozi cu degajări, care să intre în acțiune la distanța h dintre ei. Înălțimea h_1 din fig. 2.2.41 se realizează printr-un opritor de sudare montat în aparatul de sudură.

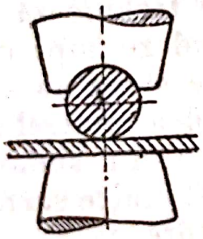


Fig. 2.2.37. Sudarea prin puncte a barelor rotunde fără asigurarea poziției

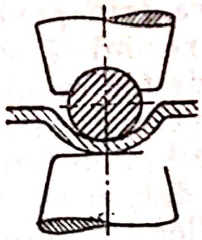


Fig. 2.2.38.

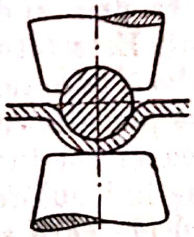


Fig. 2.2.39. Sudarea prin puncte a barelor rotunde cu asigurarea poziției

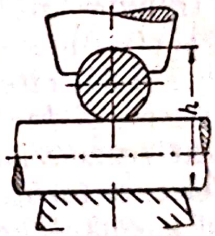


Fig. 2.2.40.

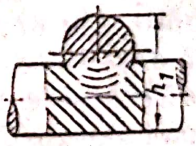


Fig. 2.2.41. Electrozi cu degajare în formă de canal la îmbinarea în cruce a barelor rotunde

Pentru a realiza sudarea părții frontale a unei piese rotunde mai lungi pe o piesă din tablă (fig. 2.2.42), trebuie folosit un electrod de strîngere. Mînerele rotunde pentru capacele de protecție ale aparatelor se aplatisează la locul de sudură (fig. 2.2.43) în vederea folosirii electrozilor de sudură prin puncte, deoarece în acest fel se obțin grosimi egale de material.

Piese din tablă îmbinate în unghi drept. Cele arătate pentru exemplul din fig. 2.2.42 sînt valabile și în cazul sudării unui pahar din tablă pe pîr-

Scanned with OKEN Scanner

ghia din tablă a unei clape de mașină de scris (fig. 2.2.44). Costul realizării acestei soluții constructive este mai redus decît al celui pentru clapa arătată

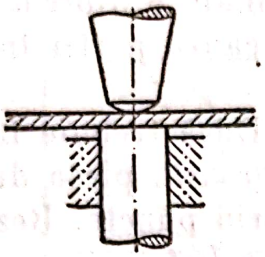


Fig. 2.2.42.
Folosirea unui electrod de strîngere

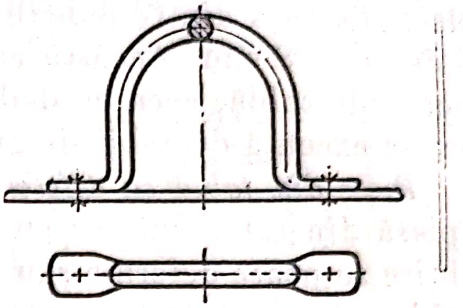


Fig. 2.2.43.
Piese rotunde sudate cu o grosime egală la locul de sudură

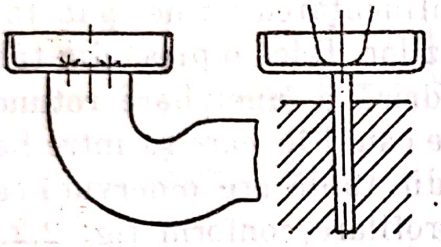


Fig. 2.2.44.
Îmbinare cu un electrod de strîngere și un electrod de punctare

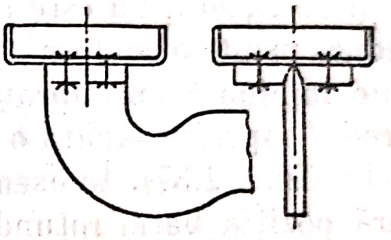


Fig. 2.2.45.
Îmbinare cu doi electrozi de punctare

în fig. 2.2.45, la care capătul pîrghiei are două urechi, cu toate că pot fi folosiți în acest caz doi electrozi de punctare normali.

2.2.3.4. Materiale

Piesele care trebuie îmbinate prin sudarea prin puncte trebuie să fie pe cît posibil din același material. Este totuși posibil să se sudeze împreună și piese din materiale diferite, dacă punctele de topire ale acestora nu sînt prea depărtate între ele și dacă se pot alia între ele; de asemenea, nu trebuie să difere prea mult rezistivitatea și conductibilitatea termică. La sudarea a două metale diferite se formează în locul de sudat, în cele mai multe cazuri, un aliaj, fenomen asemănător cu cel care are loc la lipirea tare.

În tabela 2.2.1. este indicată, la o serie de metale, posibilitatea de îmbinare reciprocă prin sudare.

După cum se poate vedea din tabela 2.2.1, metalele ușoare se pot suda bine numai între ele. Aceasta se datorește particularității acestor materiale ca, la atingerea temperaturii de sudare, locul de sudare să treacă brusc în stare lichidă, ceea ce îngreuiază sudarea metalelor ușoare cu metalele grele. De asemenea prezintă greutăți sudarea pieselor din cupru, deoarece conductibilitatea termică ridicată prezintă în acest caz un dezavantaj, pentru că se poate produce cu ușurință sudarea materialului piesei cu electrodul de punctare. Totuși, tablele și sîrmele subțiri din cupru pot fi sudate prin puncte, eventual cu intercalarea unei table subțiri de bronz. Grosimea tablei la piesele care trebuie sudate este bineînțeles limitată de puterea electrică a mașinii de sudat prin puncte.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 2.2.1

Sudabilitatea pieselor din metale grele și din metale ușoare
(x: bine sudabil; — : nesudabil)

	OL	Am	Bz	Ni	Ap
Oțel	×	×	—	×	×
Alamă	×	×	×	×	×
Bronz	—	×	×	×	×
Nichel	×	×	×	×	×
Alpaca	×	×	×	×	×

	Al	La	Du	Si
Aluminiu	×	×	×	—
Lautal	×	×	×	—
Duraluminiu	×	×	×	×
Silumin	—	—	×	×

În cele ce urmează se descriu cîteva exemple de sudare prin puncte a unor piese din cupru sau din alte materiale greu sudabile.

Sudarea prin puncte a pieselor din cupru cu piese din alamă se întîlnește la lamelele de siguranță (fig. 2.2.46). Pentru a asigura dinainte poziția corectă a sîrmelor de cupru față de plăcuța din alamă, aceasta este prevăzută cu adînciturі corespunzătoare (fig. 2.2.38).

La fabricația tuburilor catodice, se îmbină prin sudare prin puncte: sîrme și table subțiri din platină, tantal, wolfram, molibden, constantan, nichel și cupru. Astfel, de exemplu, în fig. 2.2.47 se reprezintă sudarea prin puncte la grila de comandă a unui tub amplificator, atît a mantalei *M* din molibden, tantal, nichel sau alte materiale asemănătoare cît și îmbinarea acesteia cu un suport *H* din nichel, care poartă la rîndul său o sîrmă subțire de cupru. În acest caz sînt de remarcat dimensiunile reduse ale pieselor. Grosimea mantalei este de circa 0,3 mm și cea a suportului de circa 0,25 mm. Mantaua este rulată din tablă și sudată prin două puncte. Deoarece piesele din tantal și cele din molibden se sudează greu prin puncte, se poate introduce, la sudarea acestor metale, în locul de sudură, o piesă subțire din tablă de nichel, ceea ce ușurează sudarea. Brațele suportului *H* sînt legate prin cîte două puncte de sudură cu mantaua. Pentru fixarea sîrmei de cupru, este suficient un punct de sudură. Un alt exemplu din fabricația tuburilor electronice este arătat în fig. 2.2.48. În acest caz, două sîrme de constantan de circa 0,5 mm grosime sînt sudate prin cîte un punct de sudură pe aripile unei mantale din tablă de nichel de circa 0,1 mm grosime. Sîrmele sînt aplatisate la capete și se introduc între aripi, fiind sudate în această poziție.

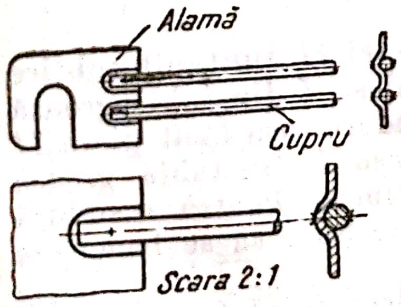


Fig. 2.2.46.
Sudarea prin puncte a lamelelor de siguranță

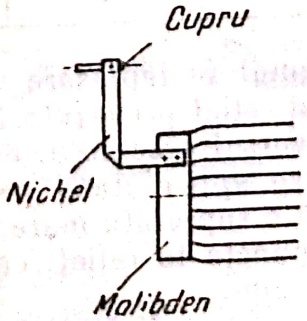


Fig. 2.2.47.
Sudarea prin puncte a unei grile

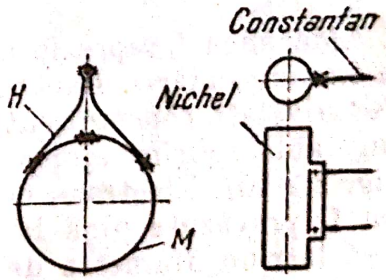


Fig. 2.2.48.
Sudarea prin puncte a anodei

2.2.3.5. Tratamente superficiale

Tratarea pe cale galvanică a suprafeței pieselor sudate prin puncte nu este recomandabilă, deoarece resturile de acizi, provenite de la tratarea în baie și care nu pot fi îndepărtate prin spălare decît cu mare greutate, pot provoca o oxidare ulterioară în locul de sudură. Piesele trebuie deci să capete individual, înainte de sudare, suprafața corespunzătoare. Trebuie remarcat însă că, după sudare, apar culori de revenire în jurul punctului de sudură. Porțiunea colorată este cu atît mai mare, cu cît crește grosimea totală a tablelor la locul de sudură.

O lăcuire ulterioară a pieselor sudate prin puncte este posibilă în toate cazurile, cu condiția degresării preliminare, care nu trebuie însă făcută prin decapare, respectiv ardere, deoarece rezidurile pot provoca o oxidare între piesele sudate. Din această cauză se procedează frecvent la cuprarea pieselor înaintea sudării prin puncte. În unele cazuri se practică și sablarea pieselor gata sudate. Trebuie avut însă în vedere că resturile de nisip de sablaj pot provoca neajunsuri la lăcuirea ulterioară.

2.2.4. Sudarea prin puncte în relief

Dacă trebuie îmbinată o tablă subțire cu alta groasă, piesa din tablă subțire se poate deforma la sudură. Neajunsul poate fi eliminat prin aplicarea sudării prin puncte în relief. La acest procedeu, pe piesa din tablă mai groasă se imprimă puncte în relief (fig. 2.2.8), a căror grosime variază în funcție de grosimea s a tablei, conform tabelei 2.2.2.

Tabela 2.2.2

Mărimea punctelor rotunde în relief (fig. 2.2.49)

S, mm	L, mm	D, mm	d, mm
1	0,7	2	1
2	0,9	2,7	1,5
3	1,2	3,3	2
4	1,5	4	2,5

Mărimea L reprezintă drumul de deplasare a piesei *II* din tablă subțire în timpul sudării. Punctele în relief prevăzute în piesa *I* din tablă groasă sînt nivelate concomitent în cursul procesului de sudare, așa încît piesa *II* din tablă subțire ajunge să se aplice etanș pe piesa *I* din tablă groasă (fig. 2.2.50). Electrozii capătă o suprafață mare de lucru. Pentru o sudură pot fi prevăzute pînă la 10 puncte în relief, care trebuie să se încadreze însă într-un diametru de 200 mm.

Pentru sudarea prin puncte în relief, piesele trebuie să fie executate pe cît posibil din oțel moale de aceeași calitate. În afară de aceasta, rezistența diferitelor locuri de sudură depinde și de netezimea suprafeței tablelor.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul sudării între ele a unor piese din materiale diferite, se poate alege, în unele situații, soluția sudării indirecte prin puncte în relief. În fig. 2.2.51 este reprezentată foaia B din oțel de arc care, datorită găurilor pe care le are, se așază mai întîi liber pe placa inferioară U. Prin presiunea de sudare, foaia de arc este prinsă între placa de acoperire D și placa inferioară U.

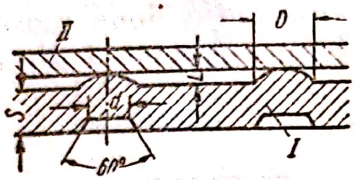


Fig. 2.2.49.
Așezarea pieselor înainte de sudare

Fig. 2.2.50.
Piese sudate prin puncte rotunde în relief

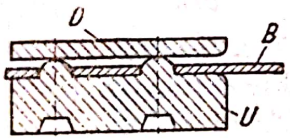


Fig. 2.2.51.

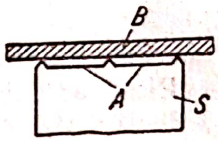


Fig. 2.2.52.

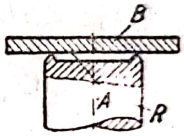


Fig. 2.2.53.

Sudarea prin puncte în relief

Așezarea în unghi drept a pieselor este reprezentată în fig. 2.2.52 și 2.2.53. Piesa ștanțată S are ieșituri în formă de vîrfuri, care țin loc de puncte în relief și sînt nivelate prin sudare, așa încît piesa din tablă B se așază direct pe suprafața A. Piesele rotunde, prelucrate prin strunjire, se pot suda de asemenea bine cu piese din tablă. Ca punct în relief servește o muchie inelară, executată pe fața frontală a piesei sudate R. Suprafața A a piesei strunjite este lipită după sudare de piesa din tablă B. În ambele cazuri (fig. 2.2.52 și 2.2.53) trebuie folosiți electrozi de prindere pentru piesele S și R.

2.2.5. Sudarea prin scîntei

Pentru îmbinarea prin sudare prin scîntei a două profile plate, se prevăd mici decupări (fig. 2.2.54), care împiedică pierderea prea mare de căldură în locul de sudare.

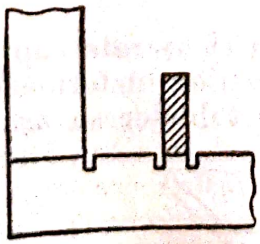


Fig. 2.2.54.
Șină plată cu decupări

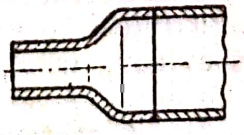


Fig. 2.2.55.
Țeavă cu reducție

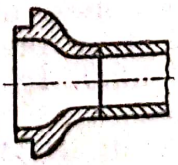


Fig. 2.2.56.
Țeavă cu o piesă strunjită

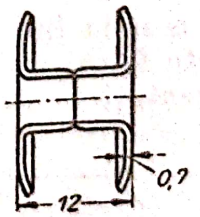


Fig. 2.2.57.

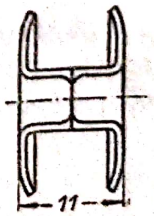


Fig. 2.2.58.
Mosor

Țevile și piesele de formă tubulară pot fi de asemenea sudate prin scîntei. În acest caz se cere o deosebită atenție pentru ca piesele care se sudează să aibă în locul de sudare, pe cît posibil, aceeași secțiune. Astfel, de exemplu, în fig. 2.2.55 este reprezentată sudarea unei reducții ambutisate cu o țeavă mai lungă. În același fel pot fi sudate și piese strunjite cu țevi, dacă strunjirea dintr-o bucată devine neeconomică (fig. 2.2.56). În fig. 2.2.57 și 2.2.58 este reprezentată executarea unui mosor din două piese ambutisate, înainte și după sudarea prin scîntei. Bavura rezultată din sudare se îndepărtează apoi prin polizare.

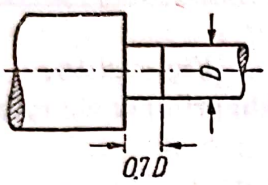


Fig. 2.2.59. Cep strunjit

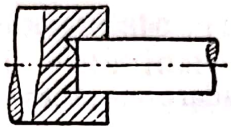


Fig. 2.2.60. Piese adîncite pentru sudare

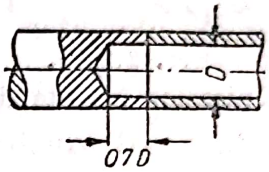


Fig. 2.2.61. Piese găurite pentru sudare

Îndeosebi la îmbinarea barelor rotunde între ele sau cu alte piese de forme diferite, trebuie dată atenție realizării în locul de sudare, în cazul sudării prin scîntei, a unor secțiuni egale la cele două piese, la fel ca și la sudarea șinelor (fig. 2.2.54); în caz contrar, căldura de sudare se evacuează prea repede prin secțiunea mai groasă. Dacă trebuie sudate două bare de secțiuni diferite, se strunjește corespunzător capătul barei mai groase (fig. 2.2.59).

Dacă locul de sudare nu trebuie să fie vizibil, așa cum este de dorit în unele cazuri, bara mai subțire poate fi introdusă în bara mai groasă. Pentru a ușura sudarea este recomandabil, în asemenea cazuri, ca suprafața de contact să fie micșorată prin strunjirea unui canal (fig. 2.2.60). În același fel se poate proceda pentru a suda o bară într-o tablă mai groasă sau într-o șină. În fig. 2.2.61 se arată că, la îmbinarea unei țevi cu o bară plină de același diametru, aceasta din urmă trebuie găurită pentru a obține la locul de sudare aceeași secțiune.

2.2.6. Sudarea în linie

Pentru a suda între ele marginile a două table subțiri așezate cap la cap, se poate folosi sudarea în linie, cu folosirea electrozilor în formă de role, reprezentați în fig. 2.2.9. În acest caz, marginile tablelor se așază

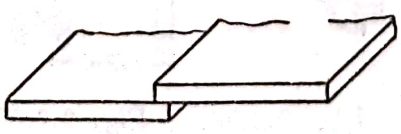


Fig. 2.2.62.

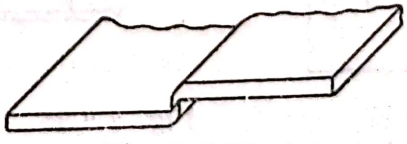


Fig. 2.2.63.

Pregătirea marginilor tablelor pentru sudarea în linie prin strivire

una peste alta (fig. 2.2.62), astfel încît suprapunerea să fie aproximativ egală cu grosimea tablei, după care cusătura de sudură este nivelată prin electrozii în formă de rolă (sudarea prin strivire). Piesele ştanţate pot fi aşezate una peste alta conform fig. 2.2.63, iar bavurile de ştanţare, prinse una în alta, sînt strivite apoi la sudare.

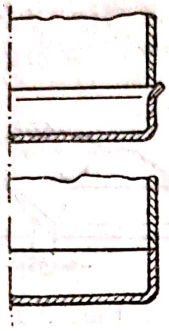


Fig. 2.2.64. Fig. 2.2.65.
Sudare prin strivire

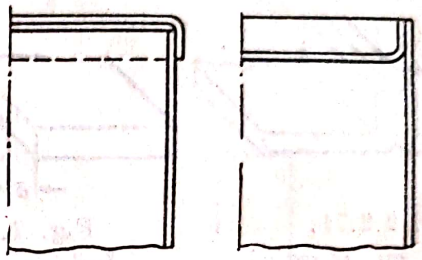


Fig. 2.2.66. Fig. 2.2.67
Sudare cu margini suprapuse

Procedeul sudării în linie poate fi folosit şi pentru asamblarea unui recipient din tablă, compus dintr-o manta cilindrică şi un fund ambutisat, dacă ambutisarea dintr-o singură bucată ar fi neeconomică, datorită adîncimii prea mari. Fundul poate fi ambutisat atunci cu o margine răsfrîntă (fig. 2.2.64), care se nivelează la sudare (fig. 2.2.65); totuşi, sînt de preferat, pe cît posibil, execuţiile din fig. 2.2.66 sau 2.2.67.

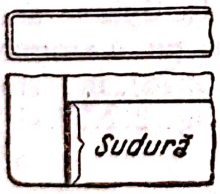


Fig. 2.2.68.
Caseta metalică a unui aparat fotografic

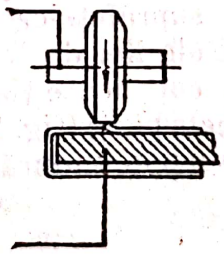


Fig. 2.2.69.
Amplasarea electrozilor

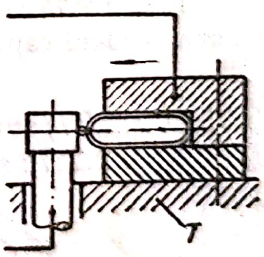


Fig. 2.2.70.
Intercalarea unei sîrme de sudură

Sudarea prin cusături cu folosirea electrozilor în formă de role poate fi aplicată şi la îmbinarea corpurilor cave (fig. 2.2.68). După cum se poate recunoaşte în fig. 2.2.69, una din marginile tablelor care trebuie îmbinate este puţin răsfrîntă înainte de sudare. Bara metalică introdusă în interior, care este arătată în secţiune, serveşte drept contraelectrod fix. În acelaşi fel se procedează la sudarea unei piese de formă tubulară (fig. 2.2.70) din tablă îndoită, la care marginile se sudează cu ajutorul unui electrod în formă de rolă, în timp ce electrodul, compus din două bacuri de strîngere şi deplasabil pe masa T, ţine apropiate marginile tablei. Sudarea se face cu intercalarea unei bucăţi de sîrmă.

Scanned with OKEN Scanner

2.2.7. Sudarea cu arc electric

Cînd două table subțiri avînd grosimea S (pînă la 2 mm) trebuie îmbinate printr-o sudură cap la cap, capetele lor se îndoaie în sus și se alătură etanș una de alta (fig. 2.2.71) (îmbinare cu margini răsfrînte); aripile îndoite în sus, de lungime mică, (circa 2,5 S) se topesc în timpul sudării. La grosimi de 2—4 mm ajunge o distanță a de circa 0,5 S (fig. 2.2.72) (îmbinare în I), iar la grosimi S ale tablei de 4—6 mm se teșesc marginile table-

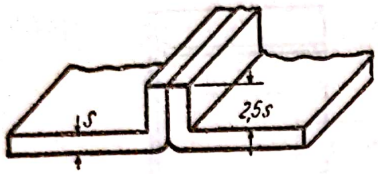


Fig. 2.2.71.
Îmbinare cu margini răsfrînte

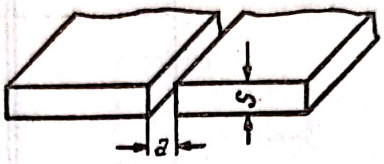


Fig. 2.2.72.
Îmbinare în I

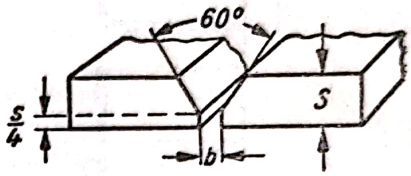


Fig. 2.2.73.
Îmbinare în V

lor (fig. 2.2.73) (îmbinare în V). Lățimea rostului b este în acest caz de circa 2 mm. Sudarea pieselor din tablă (fig. 2.2.71—2.2.73) se face după procedeul sudării cu arc electric arătat în fig. 2.2.1. Secțiunea cusăturii cap la cap este reprezentată în fig. 2.2.74.

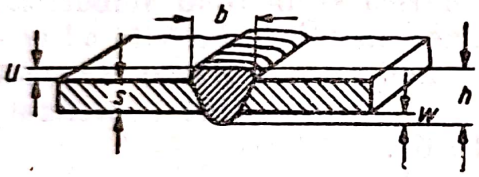


Fig. 2.2.74.
Secțiunea unei suduri cap la cap

Dacă două piese trebuie îmbinate în unghi prin sudare cu arc electric, nu este necesară o pregătire specială a muchiilor suprafețelor care se sudează; în cazul grosimilor de tablă pînă la 6 mm, sudura de colț poate fi executată pe o singură parte (fig. 2.2.75 și 2.2.77) sau pe ambele părți (fig. 2.2.76 și 2.2.78), în formă de sudură plană (fig. 2.2.75 și 2.2.76) sau de sudură concavă (fig. 2.2.77 și 2.2.78).

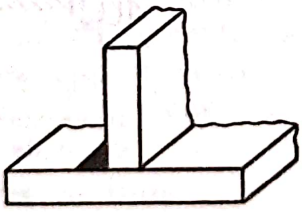


Fig. 2.2.75.
Sudură plană

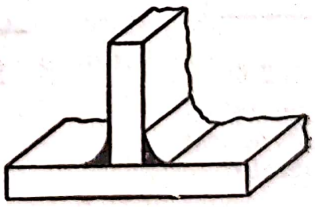


Fig. 2.2.76.
Dublă sudură plană

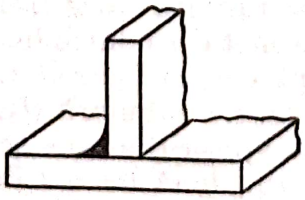


Fig. 2.2.77.
Sudură concavă

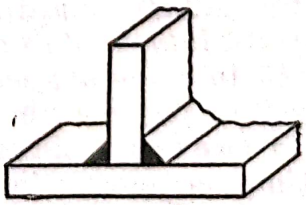


Fig. 2.2.78.
Dublă sudură concavă

Scanned with OKEN Scanner

Sudura plană și dubla sudură plană se folosesc de obicei la construcțiile statice. La construcțiile sudate care sînt supuse la solicitări dinamice se preferă sudura concavă și dubla sudură concavă.

Exemplele următoare (fig. 2.2.79 — 2.2.89) arată pregătirea pieselor în vederea sudării cu arc electric conform fig. 2.2.1, cu respectarea îndrumărilor arătate înainte.

La construcții de rame executate din oțeluri late sau cornier, îmbinările colțurilor trebuie pregătite ca în fig. 2.2.79 sau 2.2.80.

Rama poate fi îndoită și dintr-o singură bucată (fig. 2.2.81), după ce a fost decupată o bucată în formă de colț; totuși în acest caz respectarea dimensiunilor nu poate fi totdeauna asigurată.

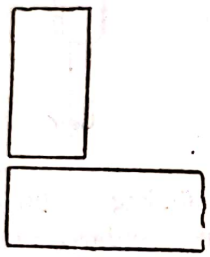


Fig. 2.2.79. Bare late

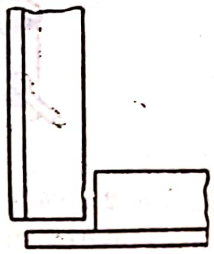


Fig. 2.2.80. Corniere

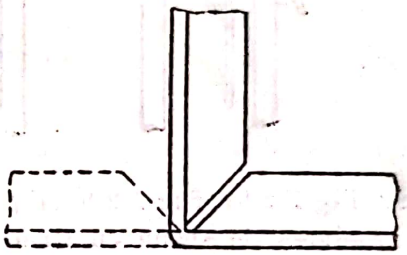


Fig. 2.2.81. Cornier îndoit

La sudarea cap la cap a două țevi, marginile pot fi sudate cap la cap cu o mică distanță între ele (fig. 2.2.82), procedîndu-se în acest caz la fel ca la tablele groase (fig. 2.2.72). Se poate face și o teșire a capetelor care se sudează, ca în fig. 2.2.83 (se poate compara și cu fig. 2.2.1).

La executarea capacelor mai mari din tablă se folosește și sudarea cu arc electric. În acest caz, numărul cusăturilor de sudură poate fi micșorat, în măsura în care fundul și pereții laterali se decupează dintr-o foaie de tablă (fig. 2.2.84, 2.2.86 și 2.2.88) și se sudează așa cum se arată în fig. 2.2.85, 2.2.87 și 2.2.89. La sudarea conform fig. 2.2.89 se pot obține muchii rotunjite, și, în plus, prin ciocănire, colțuri sferice.

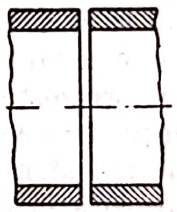


Fig. 2.2.82. Țevi cu pereți subțiri

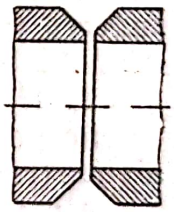


Fig. 2.2.83. Țevi cu pereți groși

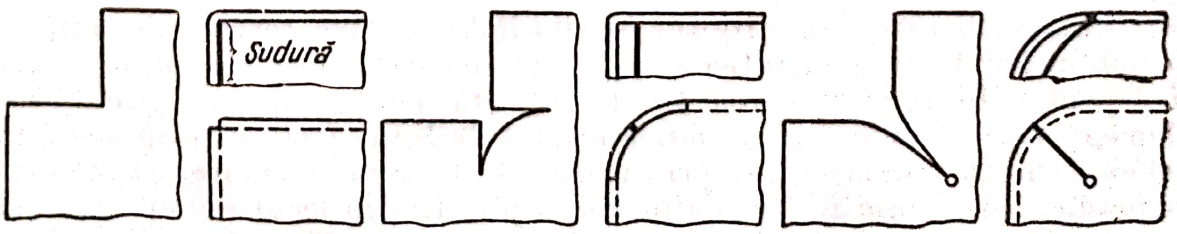


Fig. 2.2.84. Fig. 2.2.85. Carcasă cu muchii drepte

Fig. 2.2.86. Fig. 2.2.87. Carcasă cu muchii rotunjite

Fig. 2.2.88. Fig. 2.2.89. Carcasă cu colțuri „sferice"

Scanned with OKEN Scanner

Dacă la aparatele şi maşinile electrice trebuie îmbinate două sîrme, se poate aplica o îmbinare prin sudare ca în fig. 2.2.90, înlocuind astfel îmbinarea prin lipire, în scopul economiei de cositor. Manşonul din oţel asigură contactul între sîrme, iar capetele sîrmelor care ies din manşon pot fi

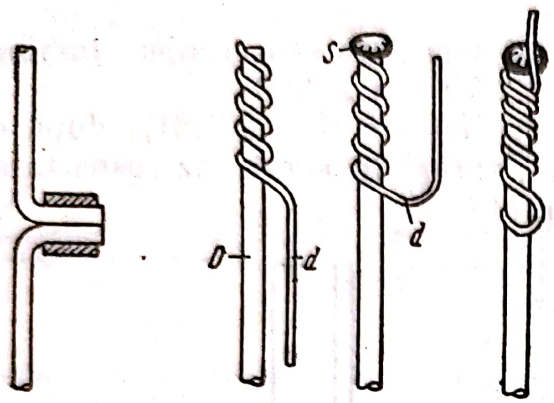


Fig.2.2.90. Sudarea de sîrmă cu sîrmă

Fig.2.2.91. Fig.2.2.92. Fig.2.2.93.

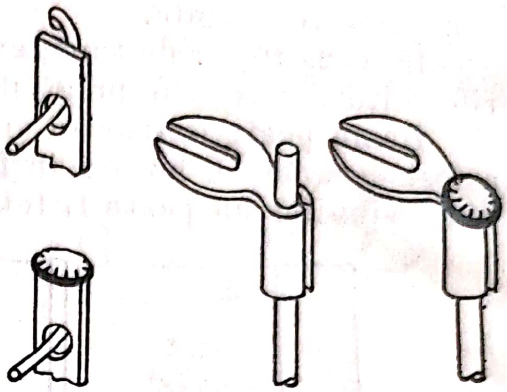


Fig.2.2.94. Sudarea sîrmei cu urechea pentru lipit

Fig.2.2.95. Fig.2.2.96. Sudarea unei sîrme pe un papuc de cablu

Fig.2.2.97.

sudate cu arc electric. După sudare, manşonul reprezintă o excelentă descărcare a îmbinării prin sudare, îndeosebi la solicitări la întindere.

Descărcarea locului de îmbinare prin sudare la îmbinarea unei sîrme groase de cupru cu alta foarte subţire este reprezentată în fig. 2.2.91 — 2.2.93. La început, sîrma *d* este răsucită în jurul sîrmei *D* (fig. 2.2.91). După sudarea prin arc electric în punctul *S*, sîrma *d* este răsucită în sens invers (fig. 2.2.92), realizîndu-se astfel un al doilea strat de sîrmă (fig. 2.2.93).

În fig. 2.2.95 este reprezentată o sudură „descărcată“ a unei sîrme cu o ureche pentru lipit. După trecerea sîrmei de cupru prin ochiul tablei din alamă (fig. 2.2.94), capătul sîrmei este turtit şi sudat pe marginea tablei.

Un exemplu de sudare a unui papuc de cablu cu „descărcarea“ sudurii este arătat în fig. 2.2.97. Capătul sîrmei introdus în papucul de cablu şi scos prin partea cealaltă se sudează în această poziţie cu papucul de cablu (fig. 2.2.96).

2.3. ÎMBINĂRI PRIN LIPIRE

Îmbinările prin lipire (lipiturile) sînt îmbinări fixe, respectiv condiţionat demontabile, de piese metalice sau de piese nemetalice cu o suprafaţă metalică pentru lipire, îmbinarea fiind realizată prin stratul subţire al unui element metalic de coeziune, adică aliajul de lipit. Poziţia reciprocă a pieselor se obţine asigurîndu-se prin material. Această asigurare prin material se produce prin fluidizarea aliajului de lipit aflat în locul de lipire şi care, în această stare, se aliază cu materialul pieselor în zona suprafeţelor de lipire.

Pentru a ușura formarea aliajelor, în zona de lipire se aplică un fondant, care are în același timp rolul de a curăți de impurități și oxizi suprafețele care se lipesc.

2.3.1. Aliaje de lipit

Aliajele de lipit se aliază cu materialele pieselor care se lipesc. Temperatura de lucru a aliajului de lipit trebuie să se situeze cel puțin cu 50°C sub temperatura de topire a materialelor pieselor care se lipesc.

Temperaturile de lucru ale aliajelor de lipit sînt indicate în tabelele 2.3.1—2.3.4.

Aliajele de lipit cu cositor, după DIN 1707 (tabela 2.3.1.), se folosesc pe scară largă pentru lipiturile moi.

Tabela 2.3.1

Indicații asupra aliajelor de lipit cu cositor (după DIN 1707)

Simbol	Temperatura de lucru, °C
L Sn 25	257
L Sn 30	249
L Sn 33	242
L Sn 35	237
L Sn 40	223
L Sn 50	200
L Sn 60	185

Tabela 2.3.2

Indicații asupra aliajelor de lipit cu argint (după DIN 1734)

Simbol	Temperatura de lucru, °C
L Ag 8	860
L Ag 12	830
L Ag 15	770
L Ag 20	750
L Ag 44	730
L Ag 50	700

Tabela 2.3.3

Indicații asupra aliajelor de lipit cu alamă (după DIN 1733)

Simbol	Temperatura de lucru, °C
L Ms 85	1 020
L Ms 63	910
L Ms 60	900
L Ms 54	890
L Ms 48	870
L Ms 42	845

Aliajele de lipit cu argint după DIN 1734 (tabela 2.3.2) sînt aliaje de lipit tari, care dau lipituri cu aspect frumos și care nu necesită decît prelucrare ulterioară redusă.

Aliajele de lipit cu argint destinate lipirii pieselor din metale nobile sînt de asemenea standardizate.

Aliajele de lipit cu alamă, după DIN 1733 (tabela 2.3.3), sînt de preferat aliajelor de lipit cu argint, din motive economice.

Aliajele de lipit cu aluminiu, după DIN 1732 (tabela 2.3.4), se folosesc la lipirea pieselor din aluminiu.

Tabela 2.3.4

Indicații asupra aliajelor de lipit cu aluminiu (după DIN 1732)

Denumirea	Simbol	Temperatura de lucru, °C
Aliaj de lipit cu aluminiu 87	L Al Si 13	570
Aliaj de lipit cu aluminiu 80	L Al 80	540
Aliaj de lipit cu aluminiu și zinc 85	L Zn Al 15	430
Aliaj de lipit cu aluminiu și zinc 60	L Zn Sn	320
Aliaj de lipit cu aluminiu și cositor	L Sn 60 Zn	260

Scanned with OKEN Scanner

Sîrma sau foiţa de cupru pentru lipit cu o temperatură de lucru de 1100°C sînt folosite pentru lipirea tare a pieselor din oţel în cuptoare de lipit cu gaz de protecţie. Bronzul de lipit cu o temperatură de lucru de numai 970°C poate fi de asemenea folosit în acest scop.

Aliajele de lipit enumerate se găsesc în comerţ în diferite forme adecuate lipirii (granule, foiţe, benzi, sîrme şi bare).

2.3.2. Procedee de lipire

Noţiunile lipire moale şi lipire tare sînt uşor de delimitat, cînd este vorba de lipirea pieselor din metale grele, prin temperatura de lucru a aliajului de lipit. Toate procedeele de lipire care se desfăşoară sub 450°C sînt lipituri moi. Limita inferioară a lipirii tari se situează la o temperatură de lucru de 650°C.

La lipirea pieselor din metale uşoare, de exemplu din aluminiu pur sau aliaje de aluminiu, se face de asemenea deosebirea între lipituri moi şi lipituri tari, însă acestea nu sînt definite de temperatura de lucru a aliajului de lipit, ca în cazul metalelor grele, ci de conţinutul lor de metale grele, care este de circa 50% la aliajele pentru lipire moale şi de circa 30% la aliajele pentru lipire tare.

Lipirea cu ciocanul de lipit este adecuată pentru lipiturile moi. Astfel supraîncălzirea aliajului de lipit este evitată, iar lăţimea redusă a zonei încălzite nu atrage după sine decît o deformare mică a pieselor care se lipesc.

Un domeniu vast de folosire a lipirii cu ciocanul este lipirea moale a conductoarelor electrice. Pe lîngă executarea rapidă şi simplă a îmbinării prin lipire, lipirea cu ciocanul permite şi desfacerea şi refacerea ulterioară, în anumite condiţii, a îmbinării pieselor. Suprafeţele care se lipesc sînt în prealabil cositorite, argintate sau acoperite cu un strat subţire de colofoniu, prin scufundare, pentru a le feri de oxidare. Ca substanţă de lipire se poate folosi aliaj de lipit cu cositor, în formă tubulară, cu miez de colofoniu.

Lipirea cu flacără se foloseşte în fabricaţia de masă, atît la lipirea tare cît şi la lipirea moale. De exemplu, la evaporatorul de petrol lampant (fig. 2.3.73), care se compune din nouă piese din alamă, îmbinarea se execută prin patru operaţii de lipire tare; temperaturile de lucru ale aliajelor de lipit cu alamă trebuie să fie diferite de la o operaţie la alta. La executarea ultimei lipituri nu trebuie să se topească cea precedentă.

La lipirea prin scufundare, încălzirea suprafeţelor de lipire se realizează prin scufundarea, într-o baie de aliaj de lipit moale sau tare, în stare topită, a pieselor asamblate şi asigurate împotriva desfacerii. Acest procedeu este indicat pentru executarea concomitentă a mai multor lipituri pe o aceeaşi piesă.

Procedeele de lipire electrică seamănă cu cele ale sudării electrice prin rezistenţă: un curent electric încălzeşte suprafeţele de lipit sau se folosesc curenţi de înaltă frecvenţă. Aici este posibil să se furnizeze suprafeţei de lipit numai atîta căldură cît este necesară pentru curgerea şi fixarea aliajului de lipit. Zona înconjurătoare a suprafeţei de lipit este încălzită în acest caz numai în măsură redusă.

Scanned with OKEN Scanner

Lipirea tare în „cuptor mobil cu atmosferă de gaz de protecție" este avantajoasă pentru piesele din oțel, se înlocuiește astfel substanța de fuziune folosită în mod curent — boraxul, iar piesele lipite rămîn curate.

2.3.3. Materiale

Piesele din metale grele (aliaje de metale grele și oțel) se pot îmbina ușor între ele prin lipituri moi și tari.

Pentru lipirea moale a pieselor din oțel, suprafețele de lipit trebuie pe cît posibil cositorite sau se folosește tablă albă (tablă din oțel scufundată într-o baie de cositor topit). Acest semifabricat se folosește pe scară largă în industria alimentară, pentru cutii de conserve și bidoane.

Piesele din metale ușoare și aliaje de metale ușoare se pot de asemenea îmbina între ele prin lipituri moi și tari.

Corpurile izolante pot fi lipite în măsura în care suprafețele de lipit sînt acoperite cu un strat metalic. Piesele din materiale ceramice, de exemplu, sînt prevăzute cu suprafețe de lipit argintate. În acest scop, pe suprafețele de lipit se aplică cu pensula sau prin pulverizare un amestec din praf de argint, rășină și ulei, care este apoi ars la 850°C într-un cuptor cu muflă. În timp ce rășina și uleiul se evaporă în cuptor, argintul se leagă atît de bine prin ardere cu corpul ceramic, încît pentru comportarea la variații ulterioare de temperatură nu mai este determinant coeficientul de dilatare propriu al argintului ci cel de valoare mai redusă al materialului ceramic. Grosimea stratului de argint realizat este de 0,005 mm. Ea poate fi mărită, dacă este nevoie, pe cale electrolitică, pînă la 0,1 mm.

2.3.4. Tratarea suprafețelor

Piesele lipite cu lipitură moale nu pot fi acoperite cu lacuri, cu uscare în cuptor, deoarece lipitura nu suportă temperatura ridicată necesară pentru uscare. Înaintea aplicării acoperirilor galvanice, lipiturile trebuie curățate pe cale mecanică (de exemplu cu perie). Dacă această curățire se face numai prin decapare sau ardere, lipitura capătă un aspect inestetic prin formarea de pete. Chiar și la o bună curățire pe cale mecanică, lipitura se va distinge după tratarea galvanică, dacă piesele care au fost lipite prezintă o suprafață lucioasă.

La piesele lipite cu lipitură tare, încălzirea ulterioară, de exemplu pentru emailare sau ardere în cuptor, este perfect admisibilă. Piesele din oțel lipite cu cupru pot fi de asemenea emailate. În acest din urmă caz, acoperirea galvanică nu prezintă nici o greutate. Dacă este cazul, lipitura trebuie finisată ulterior, pentru a se obține un aspect curat al suprafeței emailate sau acoperite galvanic.

2.3.5. Forma lipiturii

Forma dată îmbinării prin lipire depinde mai puțin de procedeul de lipire aplicat, decît de forma și poziția reciprocă a pieselor care trebuie

Scanned with OKEN Scanner

îmbinate. Alegerea aliajului de lipit și a procedeului de lipire se vor face, independent de forma și poziția pieselor, după rezistența cerută îmbinării sau după alte criterii, ținînd seama de punctul de topire al materialelor din care sînt executate. De aceea, se va face și aici o grupare după formele de bază ale pieselor care sînt supuse lipirii.

În general, trebuie ținut seama că la lipiturile moi, suprafețele lipite trebuie să fie relativ mari, din cauza rezistenței reduse a aliajului de lipit, în timp ce la lipiturile tari se pot realiza lipituri cap la cap cu secțiuni de lipire relativ mici.

2.3.5.1. Piese ștanțate îmbinate prin lipire

Se poate face aici deosebire între lipirile pe piese și lipirile între piese. La o lipire între piese este vorba în general de îmbinarea capetelor a două piese din tablă. Lipirea pe piese are loc atunci cînd pe o anumită suprafață mai mare de tablă se lipește o piesă din tablă cu suprafața relativ mică.

La lipirile pe piese (fig. 2.3.1—2.3.7), care se execută mai ales prin lipituri moi, trebuie observat cu atenție ca suprafața de legătură a piesei mai mici care se lipește să se așeze bine pe cealaltă piesă. Din această cauză se alege, de exemplu, la o placă cu caracteristici conform fig. 2.3.1 o rază de curbură r, ceva mai mică decît raza R a țevii, iar la lipire plăcuța este apăsată pe peretele țevii, pentru ca mai ales marginile să se așeze bine (fig. 2.3.2). Un punct de vedere asemănător trebuie adoptat și la fixarea mînerului din fig. 2.3.3. Așezarea bună pe placă se obține și în acest caz prin apăsarea mînerului în timpul lipirii. Un dezavantaj îl reprezintă aci solicitarea la întindere a lipiturii, care se poate elimina prin adoptarea soluției arătate în fig. 2.3.4, la care aripile trebuie îndoite în felul indicat, după trecerea prin găurile piesei principale.

În fig. 2.3.5—2.3.7 sînt reprezentate colțare de fixare lipite pe carcase de protecție pentru aparate. Din motive de estetică, soluția din fig. 2.3.5.

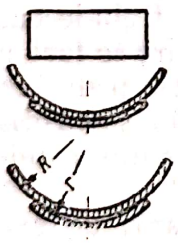


Fig. 2.3.1. Placă cu caracteristici

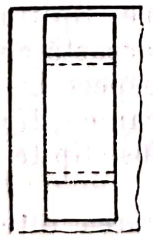


Fig. 2.3.2.

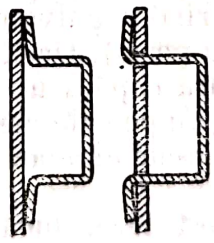


Fig. 2.3.3. Mîner

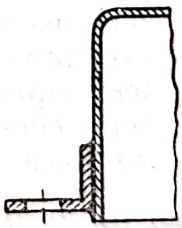


Fig. 2.3.4.

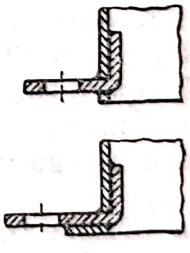


Fig. 2.3.5. Fig. 2.3.6. Fig. 2.3.7. Colțar de fixare

se poate înlocui, după preferință, prin cea din fig. 2.3.6. În acest scop, carcasa trebuie să capete o mică decupare la locul de îmbinare cu colțarul. Pentru a evita solicitarea lipiturii în timpul fixării prin șuruburi a carcasei, se poate prevedea soluția arătată în fig. 2.3.7. Colțarul este introdus de la interior printr-un orificiu prevăzut în peretele carcasei și este apoi lipit. Solicitarea lipiturii se elimină cu ajutorul urechii pe care se așază colțarul la lipire.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă la lipirea între piese este necesară o trecere netedă de la o tablă la cealaltă, se poate prevedea o lipire cap la cap ca în fig. 2.3.8, însă, în acest caz trebuie executată o lipitură tare. Prin teşirea capetelor tablelor (fig. 2.3.9) se poate mări lăţimea suprafeţei de îmbinare şi deci rezistenţa lipiturii, dar această soluţie nu este recomandabilă decît pentru table cu grosimea de peste 2 mm. Mai simplă este o suprapunere a tablelor conform fig. 2.3.10.

Fig. 2.3.8.
Fig. 2.3.9.
Îmbinare cap la cap şi îmbinare cu capetele teşite

Fig. 2.3.10.
Fig. 2.3.11.
Îmbinare cu suprapunere

Fig. 2.3.12.
Îmbinare prin eclisă

Fig. 2.3.13.

Fig. 2.3.14.
Fălţuirea capetelor tablelor

Dacă treapta care se obţine astfel nu este dorită, se poate realiza o trecere netedă pe una din feţe, prin îndoirea uneia din table (fig. 2.3.11). Soluţia din fig. 2.3.12 prezintă, faţă de soluţia din fig. 2.3.11, avantajul că se elimină îndoirea capătului uneia din table. Cu cît se alege mai mare lăţimea de suprapunere *a* (fig. 2.3.10), cu atît creşte rezistenţa îmbinării prin lipire. Această rezistenţă poate fi mărită şi mai mult, dacă este necesar, prin fălţuirea capetelor tablelor (fig. 2.3.13). În acest fel se descarcă lipitura în cazul solicitării ei la tracţiune, prin asigurarea prin formă. Printr-o îndoire ca în fig. 2.3.14 se elimină complet solicitarea lipiturii şi se evită, de asemenea, denivelarea pe una din feţe. Jocul dintre piese trebuie să fie în ambele cazuri atît de mare, încît să asigure un spaţiu suficient pentru curgerea aliajului de lipit.

La recipienţii din tablă lipiţi se execută îndeosebi lipirea fundului de manta. Lipiturile simple (fig. 2.3.15) trebuie pe cît posibil evitate, chiar

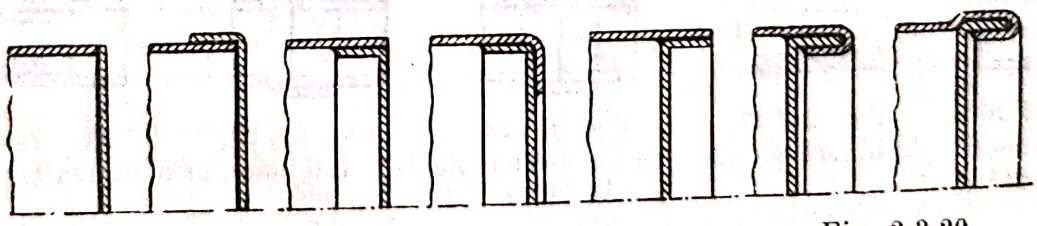


Fig. 2.3.15.
Fig. 2.3.16.
Lipire cap la cap

Fig. 2.3.17.
Fig. 2.3.18.
Fig. 2.3.19.
Funduri introduse peste manta sau în manta

Fig. 2.3.20.
Fig. 2.3.21.
Funduri asamblate prin răsfrîngere

dacă se execută o lipire tare, deoarece pereţii subţiri din tablă duc de obicei la secţiuni prea mici ale lipiturilor şi deci la o rezistenţă prea redusă. Remediul constă în adoptarea lipirii cu suprapunere, care în forma cea mai simplă este arătată în fig. 2.3.16 şi 2.3.17. În aceste cazuri este suficientă de cele mai multe ori şi rezistenţa lipiturii moi. O margine de aşezare mai bună se obţine prin formele arătate în fig. 2.3.19—2.3.21. O descărcare

considerabilă a lipiturii se obține la îmbinarea reprezentată în fig. 2.3.21, care ține piesele îmbinate și înainte de lipire, așa încît aliajul de lipit nu mai are decît să umple golurile existente.

2.3.5.2. Piese din țeavă îmbinate prin lipire

Țevile și inelele se execută adesea prin rulare dintr-o bucată de tablă, după care marginile se lipesc pe generatoare (fig. 2.3.22). După acest procedeu se execută de exemplu penițele de scris conice (fig. 2.3.23) pentru

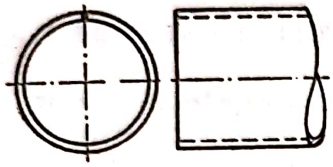


Fig. 2.3.22. Cusătură prin lipire a unei țevi

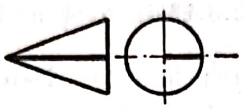


Fig. 2.3.23. Cusătură prin lipire a unui pahar conic

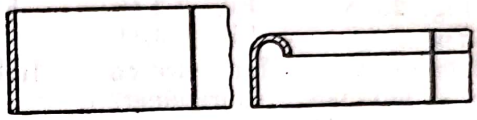


Fig. 2.3.24. Fig. 2.3.25. Cusătură prin lipire a unui inel

aparatele de măsurat înregistratoare. În construcția aparatelor de măsurat se mai aplică lipirea prin cusătură cap la cap pentru executarea inelelor din tablă subțire (fig. 2.3.24 și 2.3.25). Aceste inele se confecționează din tablă subțire de alamă, iar după lipire se presează primind forma reprezentată în fig. 2.3.25. Ele servesc pentru fixarea geamurilor. Ar fi bineînțeles preferabilă executarea inelului dintr-o bucată, prin decuparea dintr-o placă de tablă, dacă nu rezultă ca deșeu un disc mare. La lipirea cap la cap a benzilor din tablă foarte subțire, este uneori mai avantaioasă poziția înclinată a cusăturii de lipire.

În cazul îmbinărilor cap la cap (fig. 2.3.26) se va aplica în general lipirea tare, din motive de rezistență. Dacă nici rezistența obținută astfel

Fig. 2.3.26. Îmbinare cap la cap

Fig. 2.3.27. Îmbinare pe con

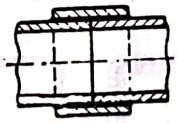


Fig. 2.3.28. Îmbinare cu mufă din țeavă

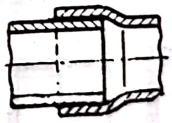


Fig. 2.3.29. Îmbinare prin lipirea țevilor

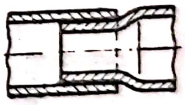


Fig. 2.3.30.

nu este suficientă, suprafața de îmbinare poate fi mărită printr-o îmbinare pe con (fig. 2.3.27). Acest procedeu nu este însă aplicabil decît la grosimi mai mari ale pereților țevilor. Îmbinarea țevilor prin lipituri moi comportă aproape în toate cazurile o lipire cu suprapunere. Dacă în acest caz este nevoie ca diametrul interior al țevilor să rămînă neschimbat la locul de lipire, lipirea se poate executa fie cu ajutorul unei mufe care acoperă capetele țevilor (fig. 2.3.28), fie prin mărirea diametrului capătului uneia din țevi, în care se introduce cealaltă țeavă care se lipește în această poziție (fig. 2.3.29). Dacă, dimpotrivă, trebuie menținut neschimbat diametrul exterior, una din țevi trebuie gîtuită la capăt (fig. 2.3.30).

Scanned with OKEN Scanner

La îmbinări de țevi ale căror axe se încrucișează (ramificații de țevi), trebuie alese de obicei, din motive de execuție, o suprafață de lipire netedă și lipirea tare. Muchiile ascuțite care rezultă la locul de lipire datorită tăieturii oblice (fig. 2.3.31) pot fi eliminate, dacă este cazul, prin rotunjire

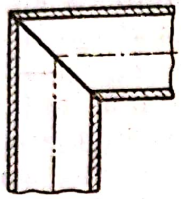


Fig. 2.3.31. Lipituri cap la cap

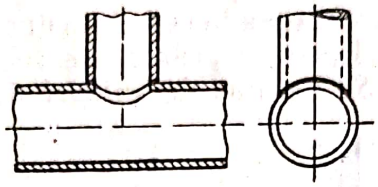


Fig. 2.3.32

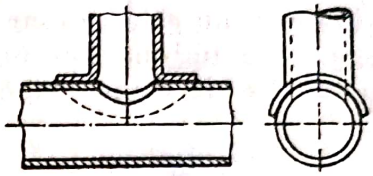


Fig. 2.3.33. Lipitură cu suprapunere

ulterioară. La o ramificație ca cea din fig. 2.3.32, partea frontală a țevii laterale trebuie să aibă o formă care să corespundă diametrului exterior al țevii principale. Asemenea îmbinări sînt rentabile numai atunci cînd diametrul țevii care se ramifică lateral este sensibil mai mic decît diametrul țevii principale. Dacă în acest caz nu este posibilă aplicarea lipirii tari, se poate folosi și lipirea moale, dacă se adoptă forma reprezentată în fig. 2.3.33.

2.3.5.3. Piese strunjite pe care se lipesc piese ștanțate

Suprafețele de lipire se aleg mai ales în funcție de forma constructivă a asamblării: dacă piesa strunjită care trebuie îmbinată cu piesa din tablă iese din aceasta cu ambele capete sau dacă este îmbinată cu aceasta numai

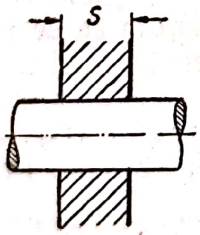


Fig. 2.3.34. Îmbinare printr-o singură lipitură

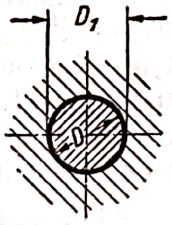


Fig. 2.3.35. Ajustaj cu joc

Fig. 2.3.36. Ajustaj cu strîngere

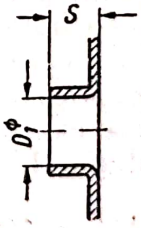


Fig. 2.3.37. Răsfrîngerea marginii găurii

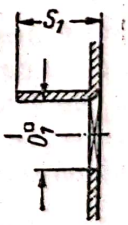


Fig. 2.3.38. Ureche

la un capăt. În orice caz, trebuie dată multă atenție îmbinării pieselor prin formă și ajustaj, astfel încît aliajul de lipit să poată curge între suprafețele de lipit în timpul lipirii.

Procedeul de lipire în cazul lipirii unei bare rotunde într-o tablă (fig. 2.3.34) se alege în funcție de dimensiunea S. La lipirea moale, cota S trebuie să fie mai mare decît la lipirea tare. Eventual se poate adopta soluția din fig. 2.3.37 sau cea din fig. 2.3.38. După cum se vede din fig. 2.3.35, în timpul lipirii se poate produce o deplasare radială egală cu jocul dintre diametrul D al barei și diametrul D_1 al găurii. Dacă această deplasare nu este admisibilă,

se poate adopta un joc mai mic sau chiar un ajustaj cu strîngere (v. cap. 2.7.1). În acest din urmă caz, însă, bara nu trebuie să se reazeme cu întreaga ei circumferinţă pe pereţii găurii, ceea ce se poate asigura de exemplu prin trei crestături (fig. 2.3.36). La lipirea tare în cuptorul mobil sub atmosferă de gaz de protecţie se foloseşte procedeul lipirii pieselor din oţel îmbinate cu strîngere, şi la care nu este necesar să se prevadă crestături pentru aliajul de lipit.

Rezistenţa îmbinărilor prin lipire, reprezentate în fig. 2.3.34—2.3.38, este în funcţie de dimensiunea S. La piesele subţiri din tablă însă nu se poate prevedea în toate cazurile margini răsfrînte sau alte elemente asemănătoare, ca în fig. 2.3.37, din care cauză trebuie adoptată soluţia îmbinării prin două lipituri (fig. 2.3.39—2.3.41). La îmbinarea unei pîrghii cu un arbore (fig. 2.3.39), se creează posibilitatea executării unui al doilea punct de lipire, prin îndoirea în formă de U a capătului H al pîrghiei. Cînd în capacul unui recipient din tablă subţire sau într-o piesă asemănătoare trebuie introdusă şi lipită o bară sau o ţeavă, se pot prevedea piese conice de întărire V (fig. 2.3.40 sau 2.3.41).

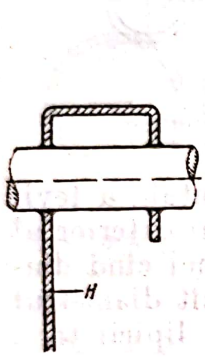


Fig. 2.3.39. Pîrghie din tablă

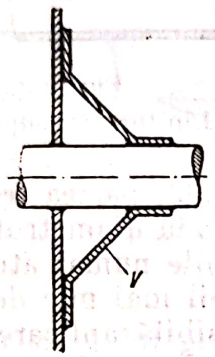


Fig. 2.3.40. Piese de întărire de formă conică

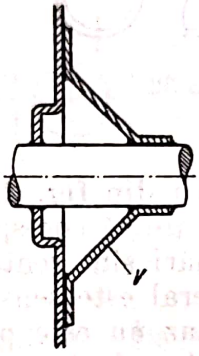


Fig. 2.3.41.

Lipirea directă a unei bare cu unul din capetele sale (fig. 2.3.42) este recomandabilă numai atunci cînd locul de îmbinare nu este solicitat la încovoiere; pe de altă parte, lipirea tare este capabilă să preia solicitări la tracţiune destul de importante. Dacă este posibil, trebuie să se prevadă o lipire cu încastrare, care prezintă avantajul că se asigură şi o bună poziţionare. Dacă nu există condiţii speciale cu privire la respectarea riguroasă a adîncimii, se poate executa şi o simplă gaură cu un burghiu (fig. 2.3.43). În caz contrar, trebuie aleasă o construcţie ca cea din fig. 2.3.44. Printr-un

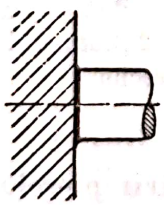


Fig. 2.3.42. Bară rotundă lipită direct

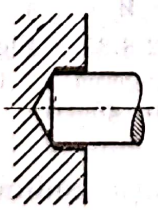


Fig. 2.3.43.

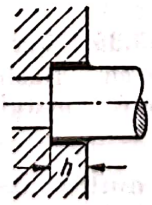


Fig. 2.3.44.

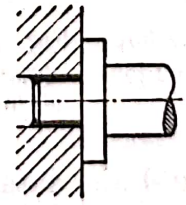


Fig. 2.3.45. Bare rotunde lipite cu încastrare

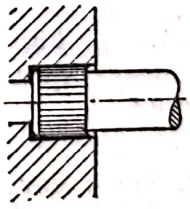


Fig. 2.3.46. Păsuire prin cep striat

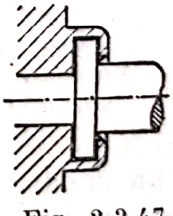


Fig. 2.3.47. Răsfrîngere

umăr, ca în fig. 2.3.45, se realizează în acelaşi timp o poziţie riguros perpendiculară.

La lipirile moi sau tari care sînt executate cu flacără (fig. 2.3.43—2.3.47) trebuie asigurat un joc suficient de mare între piese, pentru ca aliajul de

lipit în stare lichidă să poată curge ușor. Piesele se pot deplasa în timpul lipirii cu o distanță egală cu valoarea acestui joc. Dacă aceasta nu este posibil, se poate asigura trecerea aliajului de lipit prin canalele unui cep striat, introdus cu ajustajul de trecere în gaura avînd peretele neted (fig. 2.3.46). Tot așa se poate introduce în gaura cu peretele neted un cep filetat, dacă el există, după care se procedează la lipire. Pentru descărcarea locului de lipire, piesele se îmbină înaintea lipirii prin înșurubare sau, așa

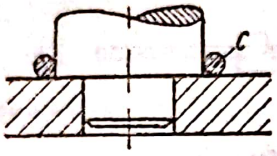


Fig. 2.3.48.

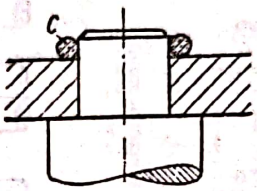


Fig. 2.3.49.

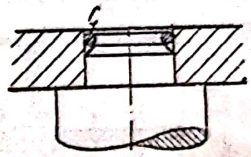


Fig. 2.3.50

Amplasarea inelelor de lipit din cupru la piese cu cepuri presate pentru lipirea în cuptoare cu gaz de protecție

cum se arată în fig. 2.3.47, printr-o margine răsfrîntă. Acest gen de îmbinare între piese trebuie însă să se facă cu joc, pentru a permite trecerea ușoară a aliajului de lipit.

În cazul lipirii în cuptor cu gaz de protecție, forma pieselor trebuie să fie diferită de cea care rezultă din indicațiile obișnuite pentru lipirea tare. O îmbinare bună prin lipire cere ca suprafețele care se lipesc să fie presate una către cealaltă chiar în timpul lipirii. Suprafețele de lipit trebuie să fie cît mai rugoase, deoarece numai astfel se întinde bine aliajul de lipit cu cupru. Nu este necesar să se prevadă canale speciale pentru curgerea aliajului de lipit. În fig. 2.3.48—2.3.50 sînt reprezentate asemenea lipituri sub gaz de protecție, pentru îmbinarea pieselor strunjite cu piese din tablă de oțel. Piesele strunjite au cepuri de centrare, care se introduc prin presare în găurile pieselor din tablă. Inelul *C*, servind ca aliaj de lipit, poate fi introdus pe umăr (fig. 2.3.48), pe cep (fig. 2.3.49) sau poate fi introdus așa cum se arată în fig. 2.3.50.

2.3.5.4. Conductoare electrice lipite

Lipirea moale are o deosebită importanță în domeniul electrotehnicii la îmbinarea conductoarelor electrice. Aici se întîlnește permanent tendința de a realiza asigurări prin formă care să evite solicitarea lipiturilor. În acest scop, capetele de sîrmă se agață unul de altul (fig. 2.3.51) sau se răsucesc împreună (fig. 2.3.52 sau 2.3.53). La sîrme de diametre mai mari se folosește un manșon din tablă (fig. 2.3.54) pentru mărirea suprafeței de lipire. Îmbinarea unei sîrme cu o ureche de lipire a unui releu sau a altor aparate asemănătoare se face prin agățarea sîrmei de ureche (fig. 2.3.55) sau, la sîrme subțiri, prin înfășurare (fig. 2.3.56). Îmbinarea prin lipire a sîrmelor cu papucii de cablu este reprezentată în fig. 2.3.57—2.3.59. Pentru curgerea aliajului de lipit care să asigure îmbinarea, se folosesc fie un rost (fig. 2.3.57) sau o adîncitură (fig. 2.3.58), fie o gaură transversală (fig. 2.3.59), toate prevăzute în papucul de cablu. Cînd sîrmele trebuie legate de exemplu la

capetele clemelor de racord, capătul acestora se execută de diametru mai mic (fig. 2.3.60). În felul acesta ciocanul de lipit încălzește mai repede locul lipiturii, în timp ce restul clemei se încălzește mult mai puțin, ceea ce prezintă importanță mai ales pentru clemele care sînt încastrate în material izolant. Capătul de diametru mai mic este prevăzut cu o gaură în care intră

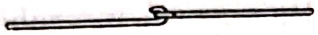
Fig. 2.3.51. 

Fig. 2.3.52.

Fig. 2.3.53.

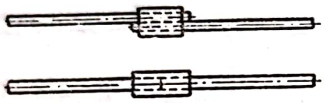
Fig. 2.3.54. 

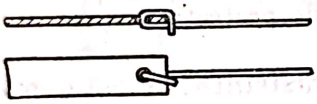
Fig. 2.3.55. 

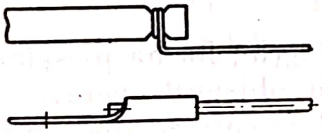
Fig. 2.3.56. 

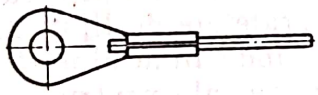
Fig. 2.3.57. 

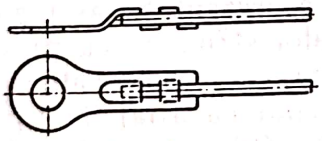
Fig. 2.3.58. 

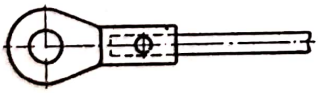
Fig. 2.3.59. 

Fig. 2.3.60.

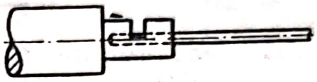


Fig. 2.3.61.

Fig. 2.3.62.

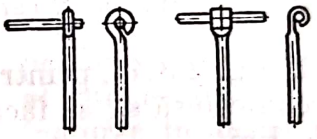
Fig. 2.3.63. 

Fig. 2.3.64.

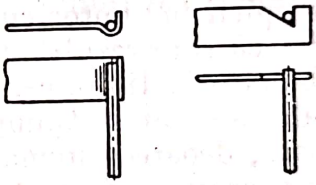
Fig. 2.3.65. 

Fig. 2.3.66.

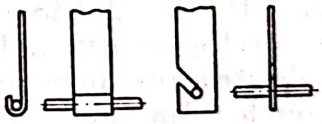
Fig. 2.3.67. 

Fig. 2.3.68.

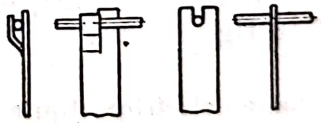
Fig. 2.3.69. 

Fig. 2.3.70.

Lipirea moale a pieselor pentru racorduri electrice

sîrma; în afară de aceasta, capătul este spintecat (fig. 2.3.60) sau prevăzut cu un canal transversal (fig. 2.3.61), pentru a asigura accesul mai ușor al aliajului de lipit. Tijele pătrate se frezează așa cum se arată în fig. 2.3.62, capătul fiind prevăzut cu o gaură transversală. Ramificațiile laterale ale sîrmelor se execută ca în fig. 2.3.63 și 2.3.64. Urechile de contact care sînt dispuse orizontal în rînduri, de exemplu la grupele de relee din centralele telefonice, se asamblează ca în fig. 2.3.65 și 2.3.66, pentru ca poziția conductoarelor de legătură să fie asigurată după așezarea pe urechi. În același fel se procedează cu urechile așezate în jos sau în sus (fig. 2.3.67—2.3.70). Prin aceste măsuri se simplifică execuția în masă a lipiturilor și în același timp se asigură o descărcare a solicitărilor mecanice ale locurilor de lipire.

2.3.5.5. **Lipituri multiple**

În fig. 2.3.71—2.3.73 se reprezintă exemple de piese care comportă un număr mai mare de lipituri distincte. În aceste cazuri, diferitele lipituri nu trebuie să fie amplasate prea aproape una de alta, pentru a evita ca, la executarea celei de a doua lipituri, prima lipitură să se desfacă. Situația este mai favorabilă în această privință la folosirea șabloanelor de lipire.

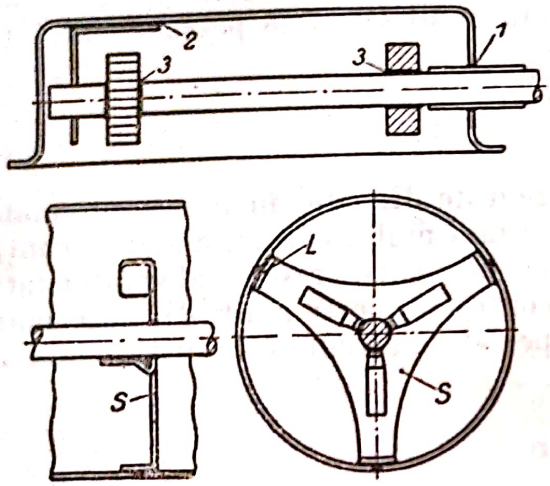


Fig. 2.3.71. Lipituri moi la un lagăr

Fig. 2.3.72. Bară rotundă lipită moale în mijlocul unei țevi

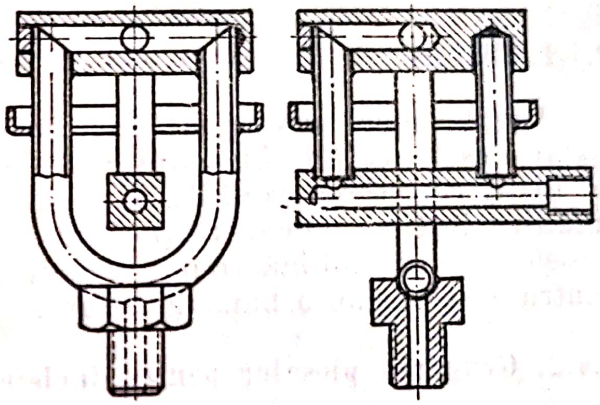


Fig. 2.3.73. Piesele lipite tare ale unui evaporator

În fig. 2.3.71 este reprezentată rezemarea în lagăre a unui arbore care poartă pe el două roți dințate. Pe lagăr sînt fixate într-o carcasă din tablă, prin lipire moale, o bucșă de lagăr și un colțar. Pentru a susține bucșa este suficientă o gaură, deoarece rezemarea arborelui în colțar împiedică o solicitare defavorabilă a lipiturii *1*. După executarea lipiturilor notate cu *1* și *2*, roțile dințate, care fuseseră introduse dinainte pe arbore, sînt lipite pe acesta în punctele *3*.

La fixarea unei piese din oțel rotund într-o țeavă, prin lipire moale și cu ajutorul unei piese ștanțate *S* (fig. 2.3.72), s-au obținut suprafețe mai mari de lipire pe bară prin îndoirea a trei urechi scoase în afară, evitînd astfel o solicitare prea defavorabilă. Găurile *L* din țeavă servesc pentru intrarea aliajului de lipit.

În fig. 2.3.73 este reprezentat un evaporator de gaz lampant cu un număr mai mare de îmbinări prin lipire unde, din cauza temperaturii ridicate care se produce în timpul folosirii, diferitele țevi și piese tubulare trebuie îmbinate prin lipire tare.

2.4. ÎMBINĂRI PRIN ÎNCLEIERE

Prin îmbinare prin încleiere se înțelege îmbinarea pieselor care sînt legate între ele printr-o substanță de încleiere (clei), aplicată într-un strat subțire, pe suprafețe relativ întinse. Îmbinarea prin încleiere se deosebește

de îmbinarea prin lipire, prin aceia că legătura este realizată exclusiv de adeziunea dintre suprafețele încleiate ale pieselor și cleiul întărit. Asigurarea îmbinării se poate realiza în general prin mărirea suprafeței efective de adeziune; aceasta se obține, de exemplu, la suprafețele metalice prin mărirea rugozității suprafeței de lipire înainte de aplicarea cleiului. Din această cauză, îmbinările prin încleiere sînt deosebit de avantajoase, mai ales la materiale ca: lemnul, pielea, hîrtia și alte materiale asemănătoare, care au o structură poroasă, fibroasă, așa încît cleiul să poată pătrunde în interiorul materialului.

2.4.1. Cleiuri

Drept cleiuri servesc materiale extrem de diferite, în funcție de materialul pieselor care trebuie lipite. În cele mai multe cazuri, cleiurile conțin un lichid care se evaporă după realizarea îmbinării, restul substanței întărindu-se. În timpul evaporării cleiul se contractă foarte mult, din care cauză piesele care se îmbină trebuie ținute presate în timpul întăririi cleiului, pentru a se obține o bună îmbinare.

2.4.2. Gruparea pieselor pentru încleiere

Piesele trebuie să aibă anumite forme în locurile de lipire, ținînd seama de caracteristicile materialelor respective. Cel mai bine se îmbină prin încleiere piesele din lemn, din straturi de hîrtie și din alte materiale asemănătoare. Se pot încleia însă între ele și piesele metalice. În sfîrșit se pot încleia și materialele ceramice, îndeosebi piesele din sticlă, cum sînt geamurile, lentilele, prismele etc. Din îmbinările prin încleiere fac parte și îmbinările pieselor din celuloid, realizate prin aplicarea pe suprafețele de îmbinare a acetonei, eterului acetic sau a unui alt lichid care dizolvă celuloidul la suprafață, așa încît prin presare piesele se lipesc.

2.4.3. Încleierea lemnului

Lemnul este o țesătură celulară organică, mai mult sau mai puțin absorbantă. Din această cauză, el tinde să-și adapteze umiditatea sa umidității variabile a aerului, chiar dacă a fost uscat în prealabil. Prin absorbire sau cedare de umezeală se schimbă însă volumul, iar variația acestuia, corespunzător cu orientarea fibrelor, nu este aceeași în toate direcțiile. Dacă această „deformare“ nu este admisibilă, piesele respective trebuie îmbinate în mod corespunzător prin încleiere, din mai multe părți componente, astfel încît tensiunile care se produc în diferitele părți componente sub influența umezelii să se anihileze reciproc pe cît posibil. La determinarea suprafețelor care se încleiază nu trebuie deci avută în vedere numai ușurința execuției, ci și natura materialului.

Pentru a pătrunde mai adînc în înțelegerea fenomenelor care apar la încleierea lemnului, trebuie consultată literatura de specialitate. În cele ce urmează vor fi totuși tratate unele încleieri de lemn care prezintă importanță pentru mecanica fină.

Scanned with OKEN Scanner

2.4.3.1. Încleieri de înnădire

La panourile simple din lemn, deformarea se poate micşora foarte mult, înnădind prin încleiere mai multe şipci de lăţime *a*, aşa cum se arată în fig. 2.4.1. şi 2.4.3. O asemenea îmbinare se numeşte încleiere de înnădire. Aşezarea şipcilor se face după direcţia inelelor anuale care se văd în capul lor. În fig. 2.4.1. este reprezentată încleierea şipcilor din scînduri de la inima lemnului, care se pot recunoaşte după inelele care stau aproape perpendicular pe suprafaţa panoului.

De regulă însă trebuie folosite şipci din laturi (scînduri din margini) care sînt caracterizate prin înclinarea *a* (în general în direcţia diagonalei)

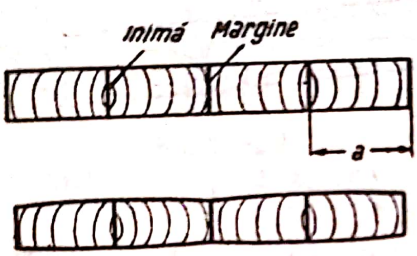


Fig. 2.4.1. Fig. 2.4.2.
Încleierea şipcilor din inima lemnului (înainte şi după uscare)

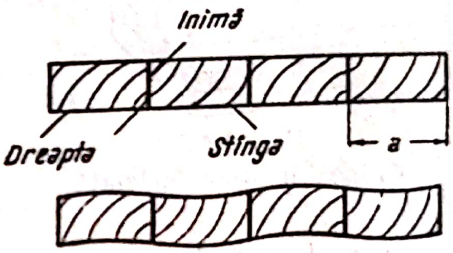


Fig. 2.4.3. Fig. 2.4.4.
Încleierea lemnului din margini (înainte şi după uscare)

a inelelor (fig. 2.4.3). După cum se observă din fig. 2.4.2. şi 2.4.4. (în reprezentare exagerată), trebuie avut în vedere că mai are încă loc o „ondulare" a suprafeţei. Dacă nici aceasta nu este dorită, panoul din lemn se „plachează", ceea ce se realizează prin încleierea pe ambele feţe a unui furnir de bază (fig. 2.4.5). Furnirul de bază, constituit din plăci subţiri de grosime pînă

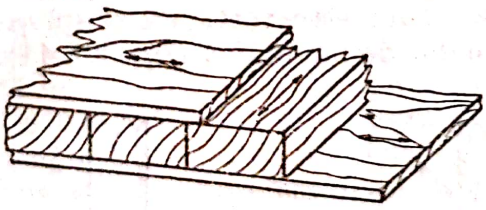


Fig. 2.4.5.
Furnir de bază (pe ambele feţe)

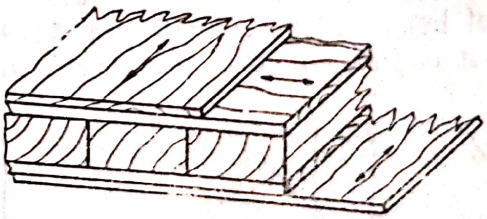


Fig. 2.4.6.
Furnir de bază şi furnir de faţă (pe ambele feţe)

la 2 mm, tăiate dintr-o esenţă mai tare, se aşază astfel încît fibrele sale să se încrucişeze pe cît posibil la unghi drept cu fibrele panoului de lemn, care în acest caz este denumit miez (din lemn de brad sau molid). Asemenea panouri se găsesc în comerţ sub denumirea de panel.

În fig. 2.4.6 este reprezentat un panel acoperit cu furnir de faţă; pe ambele feţe ale plăcii se încleiază un furnir subţire de circa 1 mm grosime,

din lemn de stejar, de nuc sau din esență asemănătoare, cu fibrele orientate perpendicular pe fibrele furnirului de bază, pentru a îmbunătăți aspectul. Furniruirea poate avea drept scop și ieftinirea piesei, reducerea greutății sau creșterea rezistenței. În orice caz, ea trebuie executată pe ambele fețe, deoarece plăcile furniruite pe o singură față sînt mai mult supuse deformării decît plăcile nefurniruite.

La panourile simple din lemn (fig. 2.4.2. și 2.4.4), răsucirea se poate evita prin îmbinarea, la ambele capete ale plăcii, cu o chingă în uluc (fig.

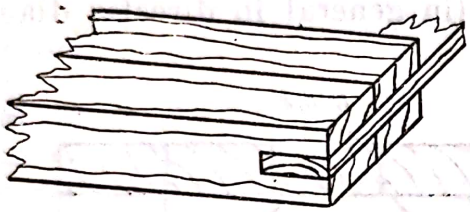


Fig. 2.4.7.
Chingă în uluc încleiată

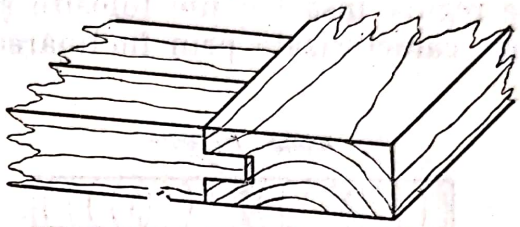


Fig. 2.4.8.
Chingă dreaptă încleiată

2.4.7.) sau cu o chingă dreaptă (fig. 2.4.8). Chinga, formată dintr-o șipcă din lemn tare (de obicei stejar), este încleiată într-un uluc în placa de lemn. La chinga dreaptă, aceasta poartă un uluc în care intră o lambă corespunzătoare a panoului de lemn. Dacă s-ar adopta dispoziția inversă, lamba s-ar rupe mai ușor.

2.4.3.2. Îmbinări în unghi încleiate

Îmbinările în unghi încleiate pot fi executate ca în fig. 2.4.9—2.4.11. Îmbinarea reprezentată în fig. 2.4.9. este mai ușor de realizat decît cele din fig. 2.4.10 și 2.4.11 și comportă prelucrarea cea mai redusă. Ea va fi aplicată atunci cînd scîndura *A* este relativ subțire; o scîndură mai groasă va fi frezată lateral (fig. 2.4.10), iar dacă scîndura este verticală și sprijinită la celălalt capăt, ea va fi încastrată în coadă de rîndunică (fig. 2.4.11). Acest

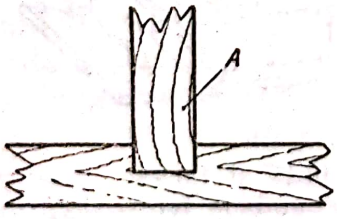


Fig. 2.4.9.

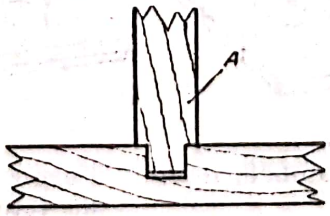


Fig. 2.4.10.

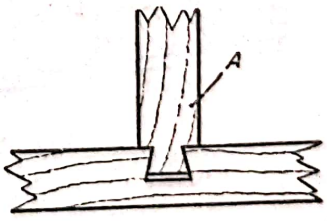


Fig. 2.4.11.

Îmbinări în unghi încleiate la pereții despărțitori ai cutiilor

sistem de fixare se adoptă și în cazul cînd scîndura *A* trebuie să lege între ele două scînduri opuse.

Pereții laterali ai lăzilor, cutiilor sau ai altor piese asemănătoare pot fi realizați prin îmbinările arătate în fig. 2.4.12—2.4.15, dacă lemnul de

capăt al unuia din panourile de lemn poate fi văzut. Încleierea cea mai simplă este arătată în fig. 2.4.12, unde lemnul de capăt este vizibil pe faţa b. Dimensiunea a pînă la următorul panou nu poate fi însă respectată decît cu toleranţe mari. Ceva mai precisă în această privinţă este execuţia realizată conform fig. 2.4.13, la care şi faţa cu lemnul de capăt vizibil b_1 al unuia din panouri este mai mică. La încleiere trebuie să se aplice o forţă P. O dimensiune a şi mai precisă se obţine la realizarea îmbinării după fig. 2.4.14 sau

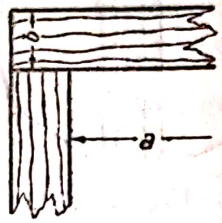


Fig. 2.4.12.

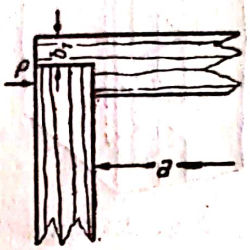


Fig. 2.4.13.

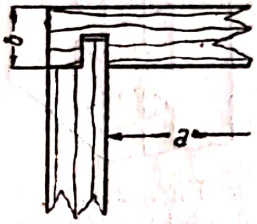


Fig. 2.4.14.

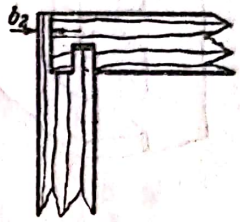


Fig. 2.4.15.

Îmbinări în unghi încleiate la pereţii laterali ai cutiilor, cu lemnul de capăt vizibil

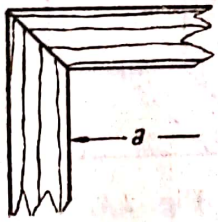


Fig. 2.4.16.

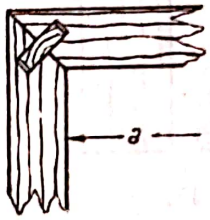


Fig. 2.4.17.

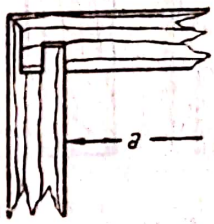


Fig. 2.4.18.

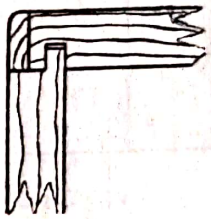


Fig. 2.4.19.

Îmbinări în unghi încleiate la pereţii laterali ai cutiilor, cu lemnul de capăt ascuns

2.4.15. La execuţia după fig. 2.4.15 este avantajoasă lăţimea redusă b_2 a feţei lemnului de capăt vizibil în comparaţie cu lăţimea b din fig. 2.4.14. În acelaşi timp prin suprafaţă de încleiere mai mare se obţine o rezistenţă mai bună a îmbinării.

Dacă lemnul de capăt nu trebuie să apară, locul de încleiere se va executa ca în fig. 2.4.16—2.4.19. Forma reprezentată în fig. 2.4.16 sau 2.4.17 se poate adopta numai cînd dimensiunea a poate avea toleranţe mai mari. În caz contrar, se vor prefera execuţiile reprezentate în fig. 2.4.18 sau 2.4.19.

Dacă rezistenţa îmbinărilor în unghi, reprezentate în fig. 2.4.12—2.4.19, nu este suficientă, trebuie adoptată o îmbinare cu dinţi. În acest caz, îmbinarea cu dinţi drepţi (fig. 2.4.20) reprezintă execuţia cea mai uşoară şi din această cauză şi cea mai frecvent întîlnită. Dinţii în coadă de rîndunică (fig. 2.4.21—2.4.23) prezintă, faţă de dinţii drepţi, avantajul că scîndurile nu pot fi scoase una din alta în nici o direcţie. De aceea, acest sistem de îmbinare este aplicat numai dacă există posibilitatea ca asupra unuia din pereţii laterali să se exercite forţe de tracţiune mai importante, şi cînd nu se ia în consideraţie numai rezistenţa încleierii. Îmbinările cu dinţi în coadă de rîndunică semiascunşi (fig. 2.4.22), precum şi cu dinţi în coadă de rîndunică ascunşi (fig. 2.4.23) se vor prevedea, după nevoie, dacă zona de încleiere nu trebuie să fie vizibilă pe una din laturi sau pe ambele laturi.

În fig. 2.4.24—2.4.26 sînt reprezentate îmbinări de stinghii de lemn, de exemplu la ramele soclului de la cutiile aparatelor de radiorecepție sau la altele asemănătoare. Se va prefera execuția arătată în fig. 2.4.25, dacă

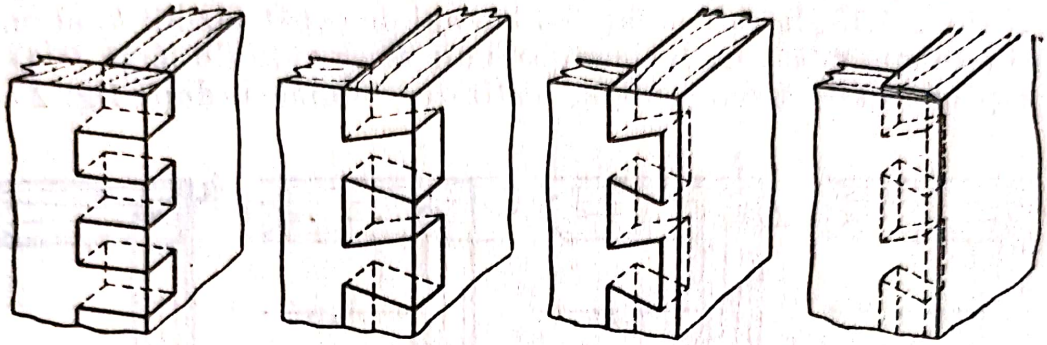


Fig. 2.4.20. Fig. 2.4.21. Fig. 2.4.22. Fig. 2.4.23.
Îmbinări în unghi cu dinți la pereții laterali ai casetelor

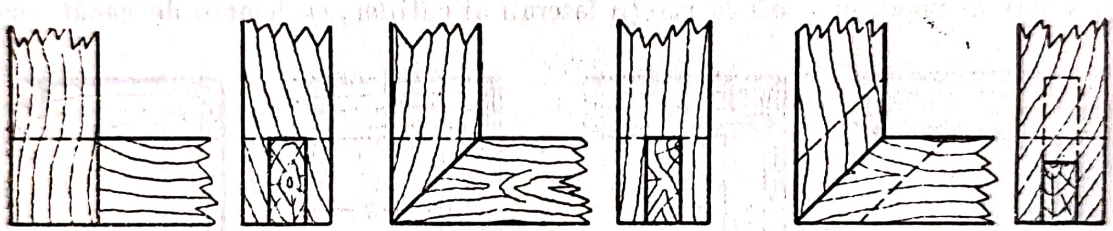


Fig. 2.4.24. Fig. 2.4.25. Fig. 2.4.26.
Îmbinări în unghi la rame din lemn

lemnul de capăt nu trebuie să fie vizibil pe una din laturi. Rezistența îmbinării reprezentate în fig. 2.4.26 corespunde aproximativ execuției din fig. 2.4.17.

2.4.4. Încleierea hîrtiei

Hîrtia sau materialele pe bază de hîrtie se întrebuințează relativ frecvent la elementele de construcție care trebuie presate în formă dintr-o bucată. În mecanica fină există însă și cazuri de asamblări prin încleiere a mai multor piese, de exemplu la executarea corpurilor de bobine din hîrtie, preșpan sau alte materiale asemănătoare, care servesc în electrotehnică fie pentru a purta pe ele înfășurări de sîrme, fie pentru a le izola pe acestea față de un miez de fier sau o carcasă metalică. Îndeosebi la aparatele ieftine, cum sînt de exemplu aparatele de radiorecepție, contoarele electrice sau chiar aparatele de măsurat electrice, corpurile bobinelor se execută dintr-un tub și două sau mai multe discuri de capăt, după care întreg ansamblul este acoperit cu un lac izolant. Tubul este executat prin înfășurarea mai multor straturi de hîrtie suprapuse, care sînt încleiate cu clei de amidon, clei de oase, șelac, lac de bachelită etc. Discurile de capăt, compuse de obicei din mai multe straturi, se decupează și apoi se asamblează într-un mod corespunzător cu tubul. Cînd discurile au dimensiuni relativ reduse și nu

este necesară o izolare ridicată față de miezul de fier, respectiv față de carcasa metalică, ele sînt pur și simplu introduse pe tub (fig. 2.4.27). Izolația înfășurării față de miezul de fier este redusă, dacă tubul nu iese în afară, deoarece încleierea marcată printr-o săgeată în fig. 2.4.27 nu rezistă la o tensiune mai ridicată. Din această cauză o asemenea bobină nu poate fi folosită, de exemplu pentru un aparat electric de măsurat a cărui izolație

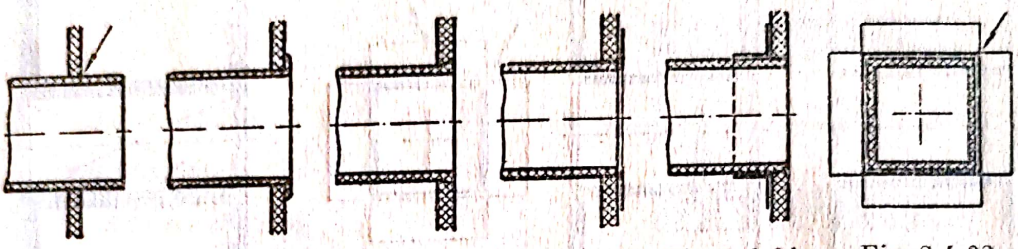


Fig. 2.4.27. Fig. 2.4.28. Fig. 2.4.29. Fig. 2.4.30. Fig. 2.4.31. Fig. 2.4.32.
Flanșe încleiate pe corpul bobinei

trebuie încercată conform prescripțiilor de verificare la o tensiune alternativă de 2 000 V. În asemenea cazuri, distanța de fugă trebuie mărită, depărtîndu-se discurile cu o oarecare distanță de la margine (fig. 2.4.27). Această execuție are însă drept urmare o utilizare defavorabilă a spațiului.

Distanța de fugă poate fi mărită și prin răsfrîngerea capătului tubului (fig. 2.4.28), însă numai în cazul tubului de secțiune rotundă, și chiar în aceste cazuri nu se poate realiza decît o margine de răsfrîngere de dimensiune mică, deoarece tubul prezintă o rezistență mică la rupere, care apare totdeauna la secțiunile cu colțuri.

O foarte bună izolare a locului de încleiere se obține dacă se îngroașe prin refulare capătul tubului, ca în fig. 2.4.29, după care întreg corpul bobinei este bachelitizat. În acest fel se pot executa și corpuri de bobine de secțiune dreptunghiulară; această execuție este însă scumpă și este mai puțin recomandabilă pentru corpuri de bobine de lungime mare și cu pereți subțiri, cu flanșe de capăt mai mari, la care trebuie preferate soluțiile constructive arătate în fig. 2.4.30—2.4.36.

La corpul de bobină reprezentat în fig. 2.4.30, distanța de fugă a fost lungită prin încleierea pe fața frontală a unui inel care acoperă locul de încleiere. Încleierea unei manșete pe partea interioară a corpului bobinei (fig. 2.4.31 și 2.4.32) asigură o rezistență mecanică mai mare a locului de încleiere, decît soluția din fig. 2.4.30. Locul de încleiere nu este însă acoperit în dreptul muchiilor marcate cu o săgeată, așa încît aici rămîne o distanță de fugă scurtă.

Tubul mai poate fi construit astfel, încît să poarte la capete urechile L (fig. 2.4.35), care sînt îndoite la unghi drept și sînt încleiate cu discurile de capăt (fig. 2.4.33 și 2.4.34). În acest fel se obține nu numai o bună rigidizare a locului de încleiere, ci și o îmbunătățire a capacității ei de izolare, deoarece rosturile nedorite dintre discuri și tub sînt acoperite în cea mai mare parte. La locurile marcate cu o săgeată în fig. 2.4.35, însă, și la aceste corpuri de bobine izolația este considerabil mai mică decît în celelalte locuri. De aceea, în acest loc se produce în primul rînd străpun-

gerea. După cum se arată în fig. 2.4.33 și 2.4.34, la fiecare capăt al tubului se pot prevedea fie un disc (fig. 2.4.33), fie cîte două discuri (fig. 2.4.34). În al doilea caz, urechile tubului sînt amplasate în mijloc, între cele două discuri. În fig. 2.4.36 este reprezentat un corp de bobină gata încleiat.

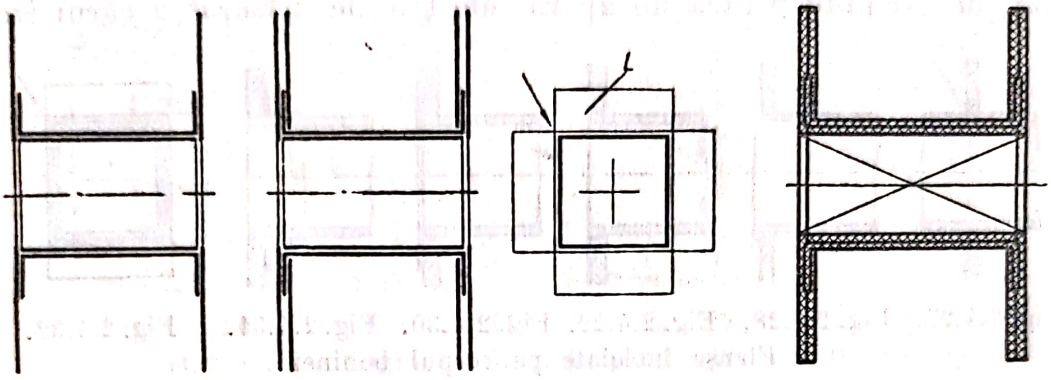


Fig. 2.4.33. Fig. 2.4.34. Fig. 2.4.35. Fig. 2.4.36
Îmbinări prin încleiere la corpuri de bobine din hîrtie, carton sau preșpan

Asemenea corpuri de bobine sînt de obicei produse de întreprinderi specializate, care au elaborat și alte soluții constructive în afara celor descrise. În toate cazurile s-a urmărit în primul rînd obținerea unei îmbunătățiri a rezistenței și capacității de izolație la locul de lipire între disc și tub, deoarece din experiență a rezultat că acolo apar de obicei defecțiunile. Izolația poate fi îmbunătățită substanțial, prin acoperirea corpului de bobină gata executat cu un strat suficient de gros dintr-un lac izolant corespunzător. În unele cazuri, corpurile de bobine de acest fel se supun după încleiere unui procedeu de presare într-o formă specială, ceea ce duce la îmbunătățirea rezistenței mecanice, precum și a caracteristicilor electrice.

Corpurile de bobine executate prin încleiere nu sînt însă adecuate pentru a fi folosite într-o atmosferă umedă, ca de exemplu în mine sau în zone tropicale, deoarece hîrtia este un material foarte higroscopic, iar prin contactul cu apa sîrma de cupru este foarte adesea oxidată, distrugîndu-se și izolația. Acest fenomen se produce relativ repede, dacă bobina este menținută permanent sub o tensiune mai ridicată de curent continuu (peste 60 V), ceea ce duce la producerea electrolizei. Umezeala absorbită formează, împreună cu anumite elemente componente ale hîrtiei sau ale cleiului, electrolitii necesari pentru electroliză.

O importanță specială o prezintă încleierea foilor de hîrtie pe metal, sticlă și pe alte materiale asemănătoare. Dacă o asemenea îmbinare nu este supusă unei solicitări speciale, ca de exemplu la cadranele aparatelor electrice de măsurat, care sînt amplasate în interiorul unei carcase de protecție, este suficientă o simplă încleiere. Placa metalică din tablă de zinc (fig. 2.4.37) are grosimea de circa 1 mm, iar hîrtia cartonată lipită pe aceasta are grosimea de circa 0,2 mm. Pentru ca tabla să nu se deformeze, placa metalică trebuie acoperită, pe ambele părți, cu hîrtie de aceeași grosime, asemănător unei scînduri supuse furniruirii.

2.4.5. Încleieri de țesături și piele

În cazul cînd stratul încleiat este mult solicitat în timpul întrebuințării, cum este cazul cu o fîșie de postav încleiată într-o țeavă de ghidare (fig. 2.4.38), marginile pot fi protejate prin introducerea într-o adîncitură. În acest scop trebuie să se prevadă un umăr A, ca de exemplu la luneta din fig. 2.4.39.

Fig. 2.4.37.
Cadranul unui aparat de măsurat

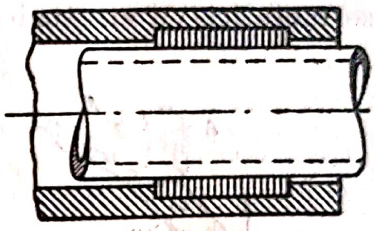


Fig. 2.4.38.
Fîșie de postav încleiată

Este preferabilă execuția reprezentată în fig. 2.4.40, la care un capac cuprinde marginea îmbrăcămintii. La piesele din tablă subțire, marginea acestora este răsfrîntă (fig. 2.4.41), sau se execută o nervură (fig. 2.4.42) pînă la care se întinde îmbrăcămintea. Îmbrăcămintea din piele mai groasă

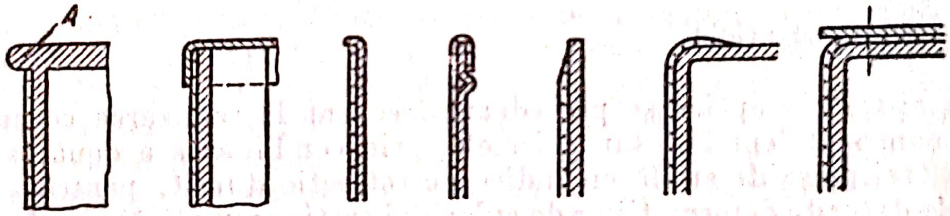


Fig. 2.4.39. Fig. 2.4.40. Fig. 2.4.41. Fig. 2.4.42. Fig. 2.4.43. Fig. 2.4.44. Fig. 2.4.45.
Piese metalice cu îmbrăcăminte din hîrtie, piele sau postav

este teșită la margini (fig. 2.4.43 și 2.4.44); cea din pîslă sau postav, care nu poate fi teșită, este prinsă cu o șipcă (fig. 2.4.45).

2.4.6. Încleierea metalelor

În construcția aparatelor de măsurat electrice se procedează frecvent la îmbinarea între ele a pieselor metalice prin încleiere cu șelac. În acest scop, se procedează după cum urmează: suprafețele metalice sînt așezate una peste alta, după ce locurile de încleiere au fost înăsprite și s-a pus între ele soluție de șelac în alcool (drept substanță de încleiere), apoi sînt încălzite, de exemplu cu ajutorul unui ciocan de lipit, și în acest fel solventul lichid se evaporă iar șelacul se întărește. În acest fel se poate realiza, așa cum se arată în fig. 2.4.46, încleierea acului indicator Z din țeavă de aluminiu pe suportul H, îmbinarea contragreutăților de echili-

brare A pe ştiftul filetat G, precum şi îmbinarea acestuia din urmă cu suportul H.

Încleierea cu ajutorul lacului serveşte şi ca siguranţă pentru piese înşurubate.

Uneori se leagă între ele suprafeţe metalice prin încleiere cu şelac cu intercalarea unei foiţe de hîrtie, de exemplu la încleierea de suporţi de fusuri (cu vîrf) sau de piese asemănătoare S pe o înfăşurare de sîrmă W (fig. 2.4.47). Tot dintre îmbinările prin încleiere fac parte şi îmbinările de piese metalice cu straturi de cauciuc moale, aplicate prin vulcanizare.

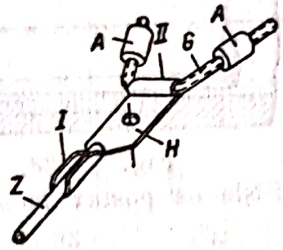


Fig. 2.4.46.

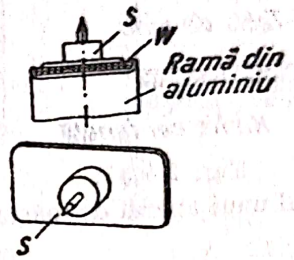


Fig. 2.4.47.

Încleieri de metale la aparate electrice de măsurat

Pentru îmbinări de piese metalice realizate prin încleiere cu ajutorul răşinilor sintetice se recomandă bibliografia anexată la sfîrşitul cărţii.

2.4.7. Încleierea sticlei

La aparatele optice se procedează frecvent la realizarea corpurilor de sticlă, cum sînt lentilele sau prismele, prin combinarea a două sau uneori chiar a trei piese de sticlă cu indice de refracţie diferit, pentru a elimina defectele datorite deformaţiilor de culori (aberaţie cromatică) şi deformaţiilor sferice (aberaţie sferică). Îmbinarea între ele a diferitelor piese de sticlă se realizează în felul următor: suprafeţele polizate şi lustruite în mod corespunzător ale pieselor din sticlă sînt aşezate una pe alta, intercalîndu-se o substanţă de încleiere transparentă (balsam de Canada) aplicată într-un strat foarte subţire. În acest caz nu este necesar să se ia măsuri deosebite pentru a proteja îmbinarea de solicitări.

La perechea de lentile reprezentată în fig. 2.4.48, lentilele sînt la început încălzite împreună pînă la temperatura de topire a substanţei de încleiere. Apoi, substanţa de încleiere este topită în cavitatea lentilei concave *2* după care, prin introducerea cu atenţie a lentilei convexe *1*, substanţa de încleiere lichidă este distribuită de la mijloc spre margine. Trebuie observat ca în acest timp să nu se producă băşicuţe de aer (băşicuţe de încleiere). O grosime pretutindeni egală a stratului de clei ar impune ca raza r_1 a lentilei convexe *1* să fie egală cu raza r_2 a lentilei concave *2*, plus grosimea stratului de clei. S-a constatat însă că este mai avantajos ca raza r_1 să fie mai mică decît raza r_2, încît lentilele să se aşeze una pe alta în centru, iar la margine să rămînă un joc de circa 0,1 μ. În acelaşi fel se procedează şi la încleierea prismelor sau altor piese asemănătoare care

au suprafețe plane (fig. 2.4.49). În cazul a trei lentile (fig. 2.4.50) trebuie întîi încleiate între ele, în felul arătat, lentilele *1* și *2*, după care se

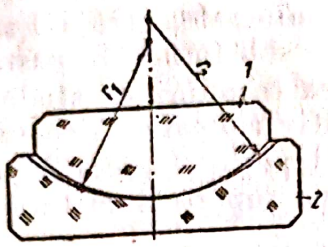


Fig. 2.4.48.
Pereche de lentile înaintea încleierii

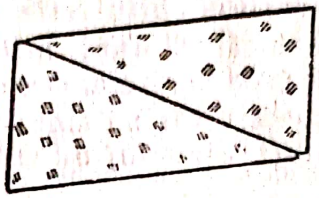


Fig. 2.4.49.
Prisme de sticlă încleiate

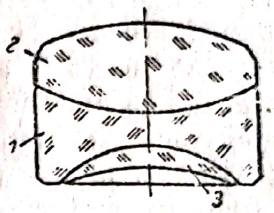


Fig. 2.4.50.
Obiectiv din trei lentile încleiate

procedează la îmbinarea cu lentila *3*. În general nu se îmbină între ele mai mult de 3 lentile.

Piesele ceramice pot fi îmbinate între ele prin „glazură".

2.5. ÎMBINĂRI PRIN CHITUIRE

Îmbinările prin chituire sînt îmbinări de piese, în care una intră într-un gol al celeilalte umplut cu un material în stare plastică (substanță de chituire, numită și chit). Chitul se leagă de suprafețele care se chituiesc prin aderență, în același fel ca și la o îmbinare prin încleiere.

Suprafețele care se chituiesc trebuie să fie astfel executate, încît prin chit să se realizeze o asigurare prin formă, care să dea o siguranță mărită. Îmbinarea prin chituire se deosebește de îmbinarea prin încleiere datorită faptului că materialul de adaos nu se aplică într-un strat subțire, iar suprafețele de îmbinare nu trebuie să fie presate în timpul întăririi materialului de adaos.

Îmbinările prin chituire se folosesc și ca îmbinări suplimentare pentru etanșare, de exemplu pentru etanșarea geamurilor din sticlă în carcase sau în alte cazuri asemănătoare.

2.5.1. Chituri

Există două feluri de chituri, și anume: chituri care se întăresc prin transformări fizice și chituri care se întăresc prin transformări chimice.

Dintre chiturile care se întăresc prin transformări fizice, fac parte chiturile de topire, care fiind solide la temperatura ambiantă trebuie încălzite în vederea întrebuințării și care apoi se întăresc din nou (chiturile de colofoniu, de sulf și de ceară).

Pentru o prelucrare mai ușoară, este de preferat însă un chit care se dizolvă într-o soluție alcoolică. La încălzirea locului de chituire, alcoolul se evaporă în timp ce chitul se topește iar apoi se întărește o dată cu răcirea locului. Un astfel de chit este chitul pentru socluri sau chitul de becuri,

care servește la îmbinarea corpului din sticlă al unui bec incandescent cu soclul metalic (fig. 2.5.6). El este un amestec din gips de alabastru și o soluție alcoolică de șelac sau, în cazul lămpilor pentru temperaturi mai ridicate, un amestec de rășină sintetică și substanțe minerale, căruia i se adaugă alcool. În ambele cazuri, chitul este introdus sub formă de pastă vîscoasă în dulie apoi este încălzit după introducerea corpului de sticlă; în al doilea caz încălzirea se face la o temperatură relativ ridicată. Alcoolul se evaporă, iar șelacul, respectiv rășina sintetică, se topește și aderă după întărire cu putere pe suprafața corpului de sticlă și pe suprafața metalică a soclului metalic.

Chituri care se întăresc prin transformări chimice sînt chiturile cu priză ca: gipsul, cimentul de marmoră, chitul de magneziu (oxid de magneziu) și chitul de litargă (protoxid de plumb).

Deoarece gipsul face priză prea repede, pentru unele întrebuințări durata de priză se prelungește artificial, prin adăugarea unei soluții de dextrină sau de alaun. Mai bun decît gipsul obișnuit și mai dens este cimentul de marmoră, care se întărește însă considerabil mai încet decît gipsul. Durata de priză poate fi prelungită prin adăugarea unei soluții de alaun sau dextrină, pentru a evita prepararea repetată de chit proaspăt și pentru a preveni ca, la lucrul cu seringa, aceasta să se înfunde.

Gipsul și cimentul de marmoră se pretează la folosirea lor numai în încăperi uscate și la temperaturi mijlocii, deoarece ele nu asigură etanșarea împotriva apei sau a uleiului. Din punct de vedere chimic, ambele sînt aproape indiferente și nu atacă metalele aproape de loc. Cimentul de marmoră este folosit la chituirea căpăcelelor de alamă nichelate pe corpurile din sticlă sau porțelan pentru patroanele de siguranțe, așa cum se arată în fig. 2.5.1, 2.5.2 și 2.5.19, precum și la chituirea altor piese din alamă nichelate în corpurile din porțelan ale aparatelor electrice (fig. 2.5.12—2.5.18).

Mult mai tare și mai rezistent este chitul de magneziu, care se găsește în comerț sub cele mai diferite denumiri. În electrotehnică, acest chit se folosește atunci cînd se impun condiții mai severe de rezistență și de etanșeitate, ca de exemplu la clamele de trecere ale transformatoarelor, la comutatoarele în ulei și la alte aparate asemănătoare. Chitul poate fi de asemenea aplicat cu ajutorul unei pompe, așa încît un număr mare de goluri se pot umple într-o succesiune rapidă. Acest chit provoacă însă în atmosferă umedă o oxidare puternică a pieselor metalice; din această cauză piesele trebuie în prealabil bine cositorite, iar locurile de chituire trebuie acoperite, după ce chitul a făcut priză, cu un strat de lac.

În sfîrșit, trebuie menționat și chitul de litargă, care asigură o bună rezistență, etanșeitate la apă și ulei și care este neutru din punct de vedere chimic, așa încît nu atacă piesele metalice. Folosirea lui este însă îngrădită de faptul că este otrăvitor ceea ce impune măsuri speciale de protecția muncii.

În afara acestor chituri, care au o anumită importanță pentru mecanica fină, mai există multe altele, care nu sînt însă menționate.

Scanned with OKEN Scanner

2.5.2. Procedee de chituire

La prelucrarea chiturilor se au în vedere în primul rînd proprietățile chitului însuși și felul pieselor care trebuie îmbinate. La chiturile care fac priză trebuie observat ca să se prepare totdeauna numai atît chit, cît se poate folosi deodată, deoarece chiturile se îngroașă cu timpul și în cazul subțierii ulterioare își modifică substanțial compoziția și caracteristicile. Aceasta este în primul rînd valabil pentru chitul de magneziu și pentru chitul de litargă. Chitul se introduce în spațiile prevăzute în acest scop în piesele care se îmbină, prin turnare, șpacluire sau prin injectare cu o pompă mică. Piesele sînt apoi introduse în dispozitive speciale de fixare, în care rămîn la temperatura camerei sau în cuptor, pînă cînd chitul a făcut complet priză. Cu cît chitul se întărește mai încet, cu atît priza se face mai uniform. Pe de altă parte, o durată mare de priză necesită un număr mare de dispozitive de fixare. De aceea trebuie determinate prin încercări, de la caz la caz, cea mai bună compoziție a chitului și durata necesară de priză.

Chiturile higroscopice pot fi protejate, cum s-a arătat, după ce au făcut priză, prin acoperire cu un lac rezistent la apă; aceeași soluție se aplică la chiturile care, sub influența umidității, provoacă oxidarea pieselor metalice.

2.5.3. Folosirea chiturilor

Chituirea se folosește în general numai atunci cînd nu pot fi aplicate alte procedee de îmbinare, sau cînd acestea ar duce la construcții prea complicate. De multe ori s-a renunțat la chituire, după ce s-au făcut experiențe defavorabile, și s-a introdus în locul ei, de exemplu, o îmbinare prin înșurubare sau prin nituire.

În funcție de compoziția lor, chiturile se pot „umfla“ ceea ce duce la crăparea pieselor, sau se pot „contracta“, ceea ce duce la slăbirea sau neetanșeitatea îmbinării; ele pot ataca puternic piesele metalice, așa încît acestea se acoperă cu rugină, cocleală, săruri etc., sau cel puțin se decolorează; ele pot fi higroscopice sau să absoarbă în cantitate mare ulei (de exemplu la clemele de trecere izolate ale transformatoarelor de ulei); capacitatea de izolare față de curenții electrici poate să se reducă cu timpul; la temperaturi mai ridicate ele se pot înmuia sau fărămița și așa mai departe. Nu există însă relatări accesibile tuturora asupra experienței cîștigate în legătură cu comportarea chiturilor în diferitele condiții de exploatare, așa încît se întîlnesc cazuri de folosire greșită a acestora. Acestea sînt în parte motivate și prin faptul că uneori compoziția aceluiași sortiment de chit variază la diferitele livrări făcute de același producător, așa cum arată analiza chimică. În aceste condiții este oarecum riscant de a aplica îmbinările prin chituire în fabricația de masă, dacă nu s-au făcut în prealabil cercetări minuțioase în cele mai diferite privințe. Aceste cercetări trebuie să se extindă și pe perioade mai lungi de timp, deoarece unele defecte se arată cîteodată abia după cîțiva ani.

Scanned with OKEN Scanner

2.5.4. Proiectarea îmbinărilor prin chituire

La locul de chituire, piesele trebuie prevăzute cu ieșituri sau adînciturí, care servesc pentru ancorare, în scopul de a obține o asigurare suficientă împotriva extragerii sau a răsucirii. La solicitări mai mici, se poate renunța la ancorări speciale.

La siguranțele fuzibile reprezentate în fig. 2.5.1 și 2.5.2, trebuie prevăzută cîte o țeavă de sticlă cu două căpăcele din alamă. În ambele cazuri este suficient pentru a asigura rezistența locului de chituire, așa cum a arătat experiența, dacă adîncimea căpăcelului corespunde aproximativ diametrului exterior al țevii de sticlă. Diametrul țevii de sticlă este cu 0,5 mm mai mic decît deschiderea căpăcelului. La căpăcelul reprezentat în fig. 2.5.2, jocul poate fi mărit la circa 1 mm, pentru a obține o mai bună distribuire a chitului, dacă acest corp metalic este executat prin turnare sub presiune și se pot prevedea astfel cu ușurință, în interior, nervuri longitudinale pentru centrarea țevii de sticlă, nervuri care ies în afară cu circa 0,3 mm. În ambele cazuri se introduce o oarecare cantitate de chit în gol și apoi țeava de sticlă, închisă printr-o șaibă de asbest, este apăsată în acest gol. Deosebit de protejat împotriva solicitărilor mecanice este locul de chituire la nivela sferică reprezentată în fig. 2.5.3.

În fig. 2.5.4 este reprezentată fixarea unei perniță din acat, pentru un lagăr cu cuțit, într-un corp metalic la un cîntar. Prin chituire se poate realiza la nevoie și îmbinarea unei țevi de sticlă cu o bucșă filetată (fig. 2.5.5); într-un asemenea caz, se va alege lungimea bucșei mai mare decît diametrul ei interior, pentru a obține o rezistență suficientă a îmbinării prin chituire. Îmbinarea prin chituire a corpului din sticlă cu soclul, la becurile incandescente, impune condiții mai severe cu privire la rezistența mecanică și la rezistența la temperatură. În fig. 2.5.6 este arătată forma locului de chituire. O asigurare deosebită pentru evitarea tensiunilor la locul de chituire, între corpul din sticlă și chit, nu este necesară, deoarece chitul de topire folosit aderă suficient de bine pe suprafața sticlei.

Fig. 2.5.1.

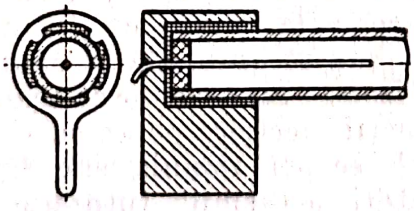


Fig. 2.5.2.

Siguranțe fuzibile

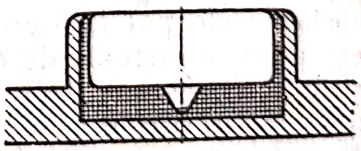


Fig. 2.5.3.
Nivelă sferică

O importanță deosebită prezintă îmbinările prin chituire ale pieselor din materiale ceramice cu cele din metal, care se întîlnesc deosebit de frecvent în electrotehnică. În acest caz îmbinarea prin chituire prezintă și avantajul că la solicitări mecanice forțele se repartizează, prin masa chitului, uniform asupra materialului ceramic casant. La o îmbinare prin înșurubare ar trebui folosită o garnitură din material moale, pentru a evita

spargerea piesei din material ceramic. În multe cazuri, totuși, de exemplu la fixarea izolatorilor, s-a trecut la îmbinări fără chit.

În electrotehnică se chituiesc piese din alamă nituite, în corpuri din porțelan sau din alte materiale asemănătoare, de exemplu la siguranțe fuzibile, cleme de trecere și la întrerupătoare. Locul de chituire este de obicei astfel conceput, încît piesele să fie blocate mecanic împotriva extragerii sau răsucirii. La materiale ceramice, se pot prevedea în acest scop și găuri în colțuri, în timp ce la marmoră, ardezie și la altele asemănătoare trebuie folosite găuri date cu burghiul, deci cilindrice.

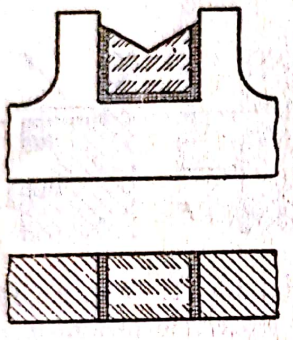


Fig. 2.5.4.
Perniță din piatră pentru lagăr cu cuțit

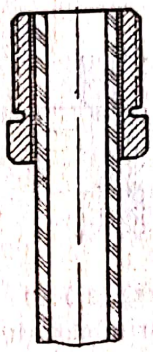


Fig. 2.5.5.
Țeavă din sticlă într-o bucșă filetată

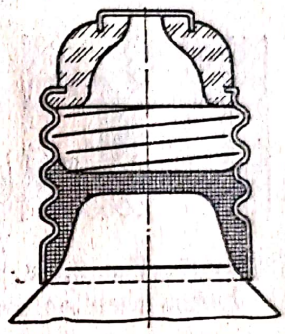


Fig. 2.5.6.
Balon din sticlă în soclu metalic

La produsele care sînt destinate folosirii în încăperi umede sau în aer liber și la care corpul metalic formează partea interioară, mai trebuie observat că „umflarea" chitului poate duce ușor la crăparea piesei exterioare. Din această cauză s-a și renunțat în multe cazuri la chituirea suporților de la izolatorii liniilor electrice aeriene. Uneori, crăparea pieselor din porțelan nu este însă provocată de către chit, ci de diferențele dintre coeficienții de dilatare ai metalului și ai porțelanului, de exemplu la clemele de trecere de la transformatoarele în ulei, care în timpul operațiilor de fabricație sînt uneori încălzite pînă la circa 150°C. În orice caz, trebuie evitat să se chituiască corpurile metalice relativ mari.

Cu privire la forma pe care trebuie să o aibă piesele metalice la locul de chituire se recomandă în parte indicațiile de la cap. 2.9. Trebuie însă avut în vedere că chiturile nu sînt atît de fluide ca metalul turnat sub presiune și că presiunea cu care sînt îmbinate piesele la chituire este mult mai redusă decît cea care se produce la încastrarea în substanțe izolante la presarea în forme. Rezultă deci că întinderea chitului la locul de chituire trebuie pe cît posibil ușurată, dacă vrem să evităm golurile. În acest scop este bine să se execute, prin strunjire, canale cît mai late și cu colțuri rotunjite (fig. 2.5.7 —2.5.11).

Forma piulițelor hexagonale fixate prin chituire este arătată în fig. 2.5.7—2.5.9. Dacă aceste piulițe servesc pentru fixarea aparatelor pe un tablou de conexiuni din marmoră sau din altele asemănătoare, ele ar trebui să fie așezate, dacă este posibil, pe spatele tabloului (fig. 2.5.7), deoarece atunci nu pot fi smulse în cazul suprasolicitărilor, ca piulițele reprezentate

spargerea piesei din material ceramic. În multe cazuri, totuși, de exemplu la fixarea izolatorilor, s-a trecut la îmbinări fără chit.

În electrotehnică se chituiesc piese din alamă nituite, în corpuri din porțelan sau din alte materiale asemănătoare, de exemplu la siguranțe fuzibile, cleme de trecere și la întrerupătoare. Locul de chituire este de obicei astfel conceput, încît piesele să fie blocate mecanic împotriva extragerii sau răsucirii. La materiale ceramice, se pot prevedea în acest scop și găuri în colțuri, în timp ce la marmoră, ardezie și la altele asemănătoare trebuie folosite găuri date cu burghiul, deci cilindrice.

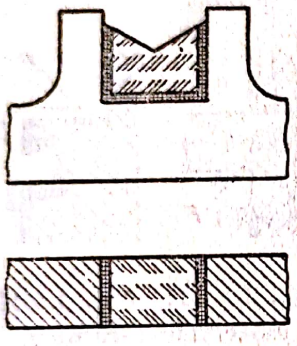


Fig. 2.5.4.
Perniță din piatră pentru lagăr cu cuțit

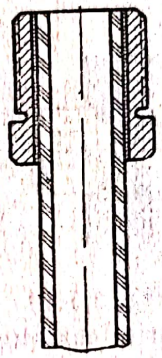


Fig. 2.5.5.
Țeavă din sticlă într-o bucșă filetată

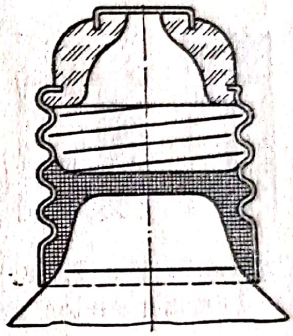


Fig. 2.5.6.
Balon din sticlă în soclu metalic

La produsele care sînt destinate folosirii în încăperi umede sau în aer liber și la care corpul metalic formează partea interioară, mai trebuie observat că „umflarea" chitului poate duce ușor la crăparea piesei exterioare. Din această cauză s-a și renunțat în multe cazuri la chituirea suporților de la izolatorii liniilor electrice aeriene. Uneori, crăparea pieselor din porțelan nu este însă provocată de către chit, ci de diferențele dintre coeficienții de dilatare ai metalului și ai porțelanului, de exemplu la clemele de trecere de la transformatoarele în ulei, care în timpul operațiilor de fabricație sînt uneori încălzite pînă la circa 150°C. În orice caz, trebuie evitat să se chituiască corpurile metalice relativ mari.

Cu privire la forma pe care trebuie să o aibă piesele metalice la locul de chituire se recomandă în parte indicațiile de la cap. 2.9. Trebuie însă avut în vedere că chiturile nu sînt atît de fluide ca metalul turnat sub presiune și că presiunea cu care sînt îmbinate piesele la chituire este mult mai redusă decît cea care se produce la încastrarea în substanțe izolante la presarea în forme. Rezultă deci că întinderea chitului la locul de chituire trebuie pe cît posibil ușurată, dacă vrem să evităm golurile. În acest scop este bine să se execute, prin strunjire, canale cît mai late și cu colțuri rotunjite (fig. 2.5.7 —2.5.11).

Forma piulițelor hexagonale fixate prin chituire este arătată în fig. 2.5.7—2.5.9. Dacă aceste piulițe servesc pentru fixarea aparatelor pe un tablou de conexiuni din marmoră sau din altele asemănătoare, ele ar trebui să fie așezate, dacă este posibil, pe spatele tabloului (fig. 2.5.7), deoarece atunci nu pot fi smulse în cazul suprasolicitărilor, ca piulițele reprezentate

în fig. 2.5.8 și 2.5.9. Piesele cilindrice trebuie prevăzute cu o porțiune striată și cu un canal (fig. 2.5.10), în timp ce la piesele cu secțiune pătrată, ca și la piesele hexagonale, este suficient un canal (fig. 2.5.11). În acest caz i se va da și găurii din cealaltă piesă o formă dreptunghiulară, dacă aceasta se execută din material ceramic. În asemenea situație, dacă piesa trebuie slăbită cît mai puțin prin gaura dată, pentru a evita deformarea la ardere, sau crăparea în timpul folosirii, piesa metalică poate căpăta de exemplu forma arătată în fig. 2.5.12. Suprafața *F* formează un prag care determină poziția pieselor cel puțin într-una din direcții. Piesa metalică reprezintă corpul unei cleme, care servește la conectarea unei conducte.

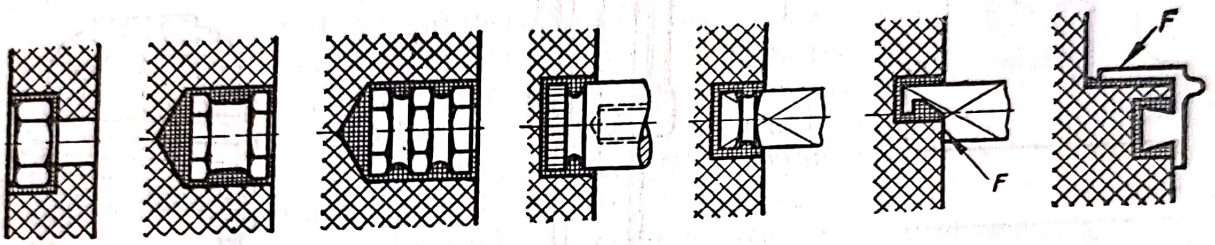


Fig. 2.5.7. Fig. 2.5.8. Fig. 2.5.9. Fig. 2.5.10. Fig. 2.5.11. Fig. 2.5.12. Fig. 2.5.13.
Forma pieselor metalice fixate prin chituire în piese din materiale ceramice

Acest corp se execută prin decuparea dintr-o bară trasă, care are profilu arătat în figură. La îmbinarea prin chituire reprezentată în fig. 2.5.13 profilul are o ureche, a cărui suprafață exterioară *F* formează suprafața de glisare pentru o lamă de contact.

Este posibil să se chituiască un știft filetat direct pe o porțiune filetată (fig. 2.5.14); mai bună este însă soluția reprezentată în fig. 2.5.15, la care știftul este asigurat împotriva smulgerii și răsucirii prin aplatisare și introducere într-o gaură dreptunghiulară.

Piesele de formă plată ale clemelor pot fi asigurate împotriva smulgerii prin executarea de adînciturі (fig. 2.5.16), în timp ce piesele ștanțate din tablă pentru comutatoare și alte aparate asemănătoare pot fi ușor executate astfel, încît să formeze urechi, care intră în golurile destinate chituirii (fig.

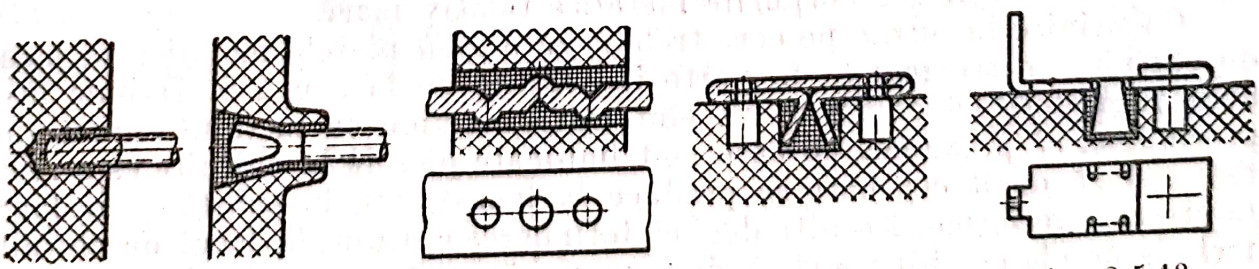


Fig. 2.5.14. Fig. 2.5.15. Fig. 2.5.16. Fig. 2.5.17. Fig. 2.5.18.
Forma pieselor metalice fixate prin chituire în piese din materiale ceramice

2.5.17 și 2.5.18). Golul din soclul reprezentat în fig. 2.5.18 are formă dreptunghiulară și este astfel dimensionat, încît poate cuprinde ambele urechi. La îmbinarea căpăcelelor metalice cu corpul din porțelan la siguranțele fuzibile se renunță la o asigurare împotriva răsucirii sau smulgerii, așa

cum se arată în fig. 2.5.19. La clemele de trecere reprezentate în fig. 2.5.20 și 2.5.21 este preferabil să se prevadă canale în piesa din porțelan, pentru a obține cel puțin o asigurare împotriva răsucirii. Dacă grosimea peretelui plăcii metalice în care se fixează clema este relativ redusă, se poate folosi pentru fixarea clemei o bucșă *H* ambutisată din tablă, care se înșurubează în placa metalică (fig. 2.5.21).

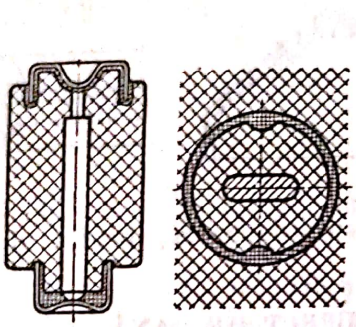


Fig. 2.5.19.
Siguranță fuzibilă

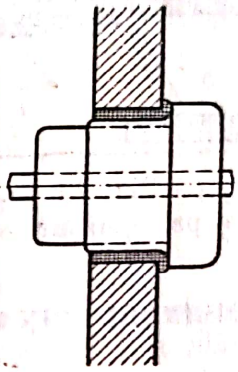


Fig. 2.5.20.
Cleme de trecere

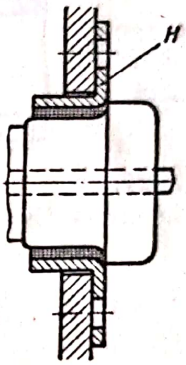


Fig. 2.5.21.

În fig. 2.5.22 și 2.5.23 sînt arătate două construcții de izolatoare și anume, în unul din cazuri (fig. 2.5.22), piesa metalică se fixează prin chituire în corpul izolatorului, iar în al doilea caz (fig. 2.5.23), piesa metalică îmbracă corpul izolatorului în forma unui capac. Cea de-a doua execuție este mai bună, deoarece exclude pericolul crăpării izolatorului, prin umflarea chitului sau prin dilatarea neuniformă a metalului și a porțelanului.

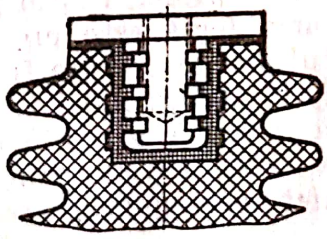


Fig. 2.5.22.

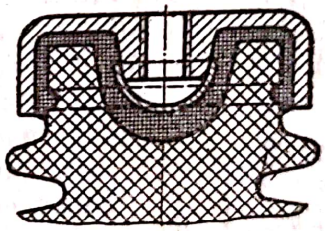


Fig. 2.5.23.

Îmbinările izolatoarelor prin chituire

De cele mai multe ori se folosesc îmbinări prin chituire și atunci cînd este necesară în același timp o etanșare împotriva prafului, a gazelor sau a lichidelor, de exemplu pentru fixarea etanșă a geamurilor din sticlă pe carcasele aparatelor. În asemenea cazuri nu se pune bază exclusiv pe rezistența chitului, ci se prevăd și soluții speciale de asigurare. Astfel, de exemplu, la carcase turnate se aplică șaibe speciale *A* (fig. 2.5.24), care sînt fixate cu cîteva șuruburi.

La carcase rotunde din tablă subțire se sudează pe contur trei benzi subțiri de tablă *A* (fig. 2.5.25). Deoarece acestea nu permit introducerea directă a geamului și a inelului conic din tablă *B* ele se decupează în trei locuri pe contur și astfel pot fi introduse și apoi răsucite. La cutii din lemn,

șaiba este asigurată, în modul cel mai simplu, prin baterea unor știfturi mici (fig. 2.5.26).

Adesea se folosesc mase izolante de tipul chiturilor în scopul umplerii golurilor care conțin piese metalice, pentru a face imposibil contactul între piesele metalice prin care trece curent.

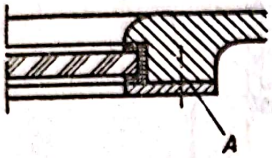


Fig. 2.5.24.

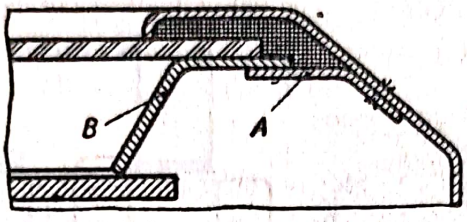


Fig. 2.5.25.

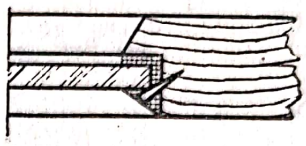


Fig. 2.5.26.

Vizoare din sticlă fixate prin chituire cu asigurarea locului de chituire

2.6. ÎMBINĂRI PRIN EFECT DE PANĂ

Dintre îmbinările prin efect de pană fac parte:
— îmbinările prin pene;
— îmbinările prin șuruburi.

La o îmbinare prin pană, efectul de pană apare direct ca asigurare împotriva desfacerii îmbinării; dar și la o îmbinare prin șurub, desfacerea este împiedicată printr-un efect de pană în sensul mai larg al cuvîntului.

2.6.1. Îmbinări prin pene

Îmbinările prin pene sînt îmbinări a două piese, a căror poziție reciprocă este asigurată prin forță. Asigurarea prin forță este produsă, direct sau indirect, printr-un efect de pană. Efectul de pană poate fi explicat cel mai bine cu ajutorul fig. 2.6.1.1, în care este reprezentată o pană glisantă de forma unui con, care este împins prin forța P într-o gaură conică corespunzătoare.

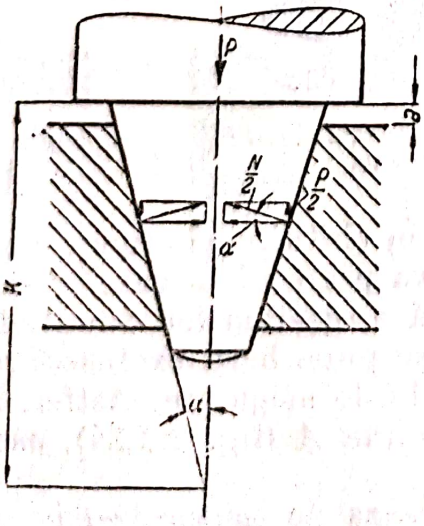


Fig. 2.6.1.1.

Sistemul de forțe la o îmbinare prin pană cu suprafețe conice

2.6.1.1. Rapoarte de forțe

După cum se vede din fig. 2.6.1.1, poziția îmbinării prin pană este asigurată prin forța de frecare care se produce datorită presiunii laterale care acționează normal pe peretele găurii.

După cum se vede din descompunerea forțelor, este valabilă relația

$$P = N \sin \alpha,$$

în care P este forța de împingere, N — presiunea normală (perpendiculară pe suprafețele conice), iar α — jumătatea unghiului conului.

Conicitatea conului este exprimată prin raportul $1:k$, ceea ce înseamnă că pe o lungime k [mm] conul își reduce diametrul cu 1 mm.

De aci rezultă

$$\frac{1}{k} = 2 \operatorname{tg} \alpha.$$

Deoarece pentru unghiuri mici se poate aproxima $\operatorname{tg} \alpha = \sin \alpha$, se obține

$$\sin \alpha = \frac{1}{2k} \text{ sau } 2k = \frac{1}{\sin \alpha},$$

și rezultă

$$N = P \cdot 2k \qquad \text{sau} \qquad 2k = \frac{N}{P}.$$

Se vede de aci că presiunea normală N și deci și frecarea, care împiedică desfacerea îmbinării prin pană, este cu atît mai mare, cu cît este mai mare valoarea k, deci cu cît conul este mai ascuțit. Astfel de exemplu la o conicitate de 1:10 se obține $N:P = 20$. La o conicitate de 1:50 (această valoare este standardizată pentru știfturi conice), $N:P = 100$.

Trebuie avut în vedere că cele două conuri, cel exterior și cel interior, se îmbină în condiții bune și după mai multe desfaceri și refaceri ale îmbinării, asigurarea fiind realizată prin forță. De aceea trebuie prevăzută o anumită distanță a, pînă la un eventual umăr (fig. 2.6.1.1.)

2.6.1.2. Gruparea îmbinărilor prin pene

La îmbinarea printr-o pană glisantă, piesele prevăzute cu suprafețe înclinate sînt împinse în linie dreaptă una înspre cealaltă, pentru a realiza sau desface îmbinarea. În fig. 2.6.1.2 este reprezentată schematic o îmbinare prin pană, realizată prin mișcarea de translație a unei suprafețe de pană, înclinată cu un unghi α față de planul de translație.

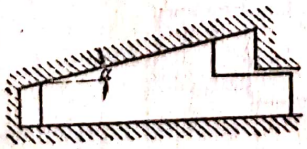


Fig. 2.6.1.2.
Îmbinare prin pană glisantă

Fig. 2.6.1.3.
Îmbinare prin pană de rotire: pană-spirală

Asemenea îmbinări prin pene se întîlnesc la fixarea pieselor pe arbori. Pana glisantă poate fi în acest caz o pană fixă, o pană mobilă sau o pană disc.

Dacă ne imaginăm înclinarea suprafeței penei aplicată pe conturul unui cerc, rezultă o suprafață spirală (fig. 2.6.1.3), iar pana glisantă se transformă într-o pană de rotire (pană în formă de spirală), realizîndu-se astfel o îmbinare prin pană-spirală.

Dacă avem la dispoziţie forţe mai mari sau unghiuri de rotire mai importante pentru realizarea şi desfacerea îmbinării prin pană, piesele trebuie strînse una faţă de alta în direcţia de asamblare, ca la închiderea unui capac arătată în fig. 2.6.1.4; acestea pot fi astfel construite, încît strîngerea să se facă sub efectul unei pene de rotire (efect de împănare prin şurub). O asemenea îmbinare prin împănare de înşurubare este arătată în fig. 2.6.1.4; pe recipientul rotund sînt prevăzute două sau trei praguri în formă de flanşă A (pene de înşurubare) în timp ce capacul poartă trei cepuri S. Feţele inferioare F ale pragurilor A sînt înclinate cu un unghi de împănare φ.

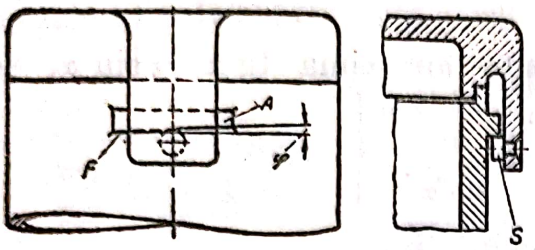


Fig. 2.6.1.4.
Îmbinare prin pană de rotire

În orice caz trebuie făcută deosebirea între îmbinările directe prin pene, reprezentate schematic în fig. 2.6.1.2—2.6.1.4 şi îmbinările indirecte prin pene. La acestea din urmă, piesele sînt solidarizate printr-o piesă de legătură separată.

2.6.1.3. Îmbinări prin pene glisante

Penele glisante cu suprafeţe conice au avantajul că îmbinarea de împănare poate fi repede desfăcută şi refăcută, dacă unghiul conului nu este ales prea mic. Deoarece suprafeţele de împănare sînt suprafeţe de revoluţie, poziţia unghiulară a celor două piese una faţă de alta poate să difere la diferitele strîngeri succesive. Trebuie observat că, pentru păsuirea precisă a suprafeţelor conice cît şi pentru desfacerea lor, îndeosebi la conurile ascuţite, este foarte recomandabilă o rotire a pieselor una faţă de cealaltă.

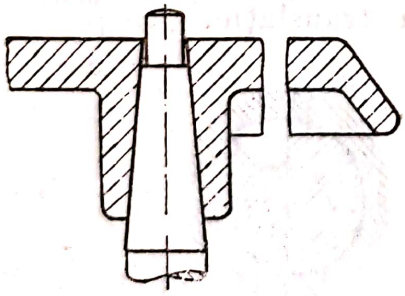


Fig. 2.6.1.5.
Disc montat pe cepul conic al unui arbore

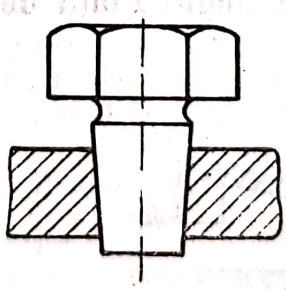


Fig. 2.6.1.6.
Dop de închidere într-un capac de recipient

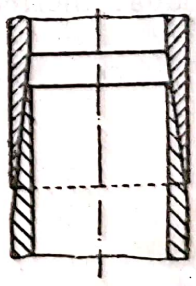


Fig. 2.6.1.7.
Îmbinare de ţevi

Dacă piesele trebuie să ia totdeauna aceeaşi poziţie unghiulară reciprocă, trebuie prevăzute siguranţe speciale împotriva rotirii. De obicei suprafaţa cepului conic este executată prin strunjire, în timp ce gaura corespunzătoare este alezată. Cînd se cere o suprapunere foarte precisă a suprafeţelor conice între ele, se impune executarea ulterioară a unei rodări în stare împerechiată.

Scanned with OKEN Scanner

Îmbinarea directă de împănare se aplică mai ales atunci cînd se cere o bună centrare reciprocă a celor două piese sau cînd este necesară o bună etanşare. Îmbinările prin pene se folosesc drept contacte electrice, cînd se cere realizarea unui contact care să poată fi uşor desfăcut şi care să aibă o rezistenţă de trecere foarte redusă, cum este cazul de exemplu la instalaţiile electrice de măsurare.

La îmbinarea prin pană, reprezentată în fig. 2.6.1.5, dintre talerul pentru discuri şi cepul arborelui unui patefon, trebuie ca discul să se rotească după ce a fost scos de pe cep şi repus la locul său. Marginea inferioară a discului este prevăzută cu o buză de prindere, pentru a face posibilă desfacerea uşoară a îmbinării. În fig. 2.6.1.6 este reprezentat dopul de închidere al unui orificiu în vasul unui element normal, la care se cere o bună etanşare. O situaţie asemănătoare se întîlneşte şi la dopurile din sticlă. Din aceeaşi categorie fac parte şi îmbinările prin împănare folosite la tuburile de aspiraţie (fig. 2.6.1.7) şi la ajustajele de aspiraţie ale aspiratoarelor

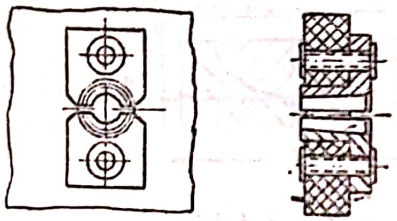


Fig. 2.6.1.8.

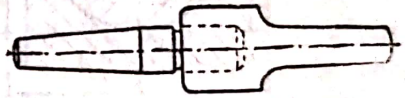


Fig. 2.6.1.9.

Piesele de contact şi fişa conică a unei cutii de rezistenţe cu fişe

de praf. Suprafeţele conice trebuie executate deosebit de îngrijit la cutiile de rezistenţe cu fişe. În fig. 2.6.1.8 este reprezentată o îmbinare la care „piesele de contact", care se conectează între ele din punct de vedere electric prin fişa reprezentată în fig. 2.6.1.9, sînt astfel executate încît forţele laterale considerabile care apar la introducerea fişei (fig. 2.6.1.1) să fie preluate de pereţii găurii cilindrice existente în placa de bază confecţionată din pertinax. Piesele de contact sînt îmbinate cu placa izolatoare prin cîte un nit tubular (v. *Îmbinări prin răsfrîngere*, cap. 2.8.2).

Îmbinări indirecte prin pene se realizează în mecanica fină în general prin ştifturi conice. Cînd ştiftul conic este trecut prin piesele care trebuie

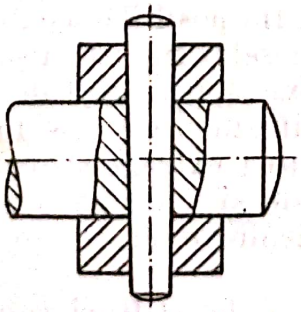


Fig. 2.6.1.10.
Ştift care trece prin piese

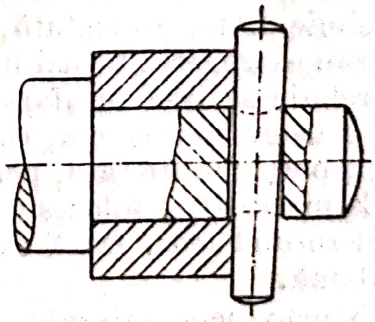


Fig. 2.6.1.11.
Ştift care se reazemă pe faţa uneia din piese

Scanned with OKEN Scanner

îmbinate, așa încît acestea înconjoară știftul, este vorba de un *știft cu încărcare simetrică* (fig. 2.6.1.10). Dacă însă știftul trece numai prin una dintre piese, așa încît aceasta să fie poziționată și strînsă față de cealaltă, este vorba de un *știft de reazem* (cu încărcare asimetrică) (fig. 2.6.1.11).

La îmbinarea prin împănare cu știft conic cu încărcare simetrică, găurile date în piesele care se îmbină trebuie să corespundă riguros cu știftul, pentru ca acest știft să fie fixat în ambele piese și astfel să le țină împreunate. În cele mai multe cazuri este vorba aci de îmbinarea a două piese băgate una în alta, de exemplu a unui inel introdus pe un arbore, în care caz știftul iese la ambele capete în afara piesei exterioare (fig. 2.6.1.10). Ca ajustaj între cele două piese se va alege un ajustaj cu joc.

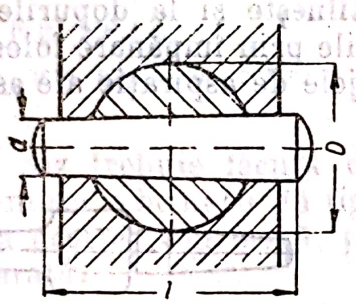


Fig. 2.6.1.12.

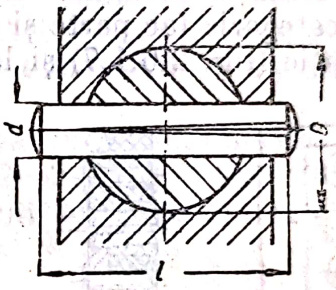


Fig. 2.6.1.13.

Îmbinări cu știft conic și cu știft conic crestat

Prin știfturile conice de reazem se îmbină aproape exclusiv piese introduse una în alta. În asemenea cazuri, piesa de la interior este de obicei cea care este găurită pentru a primi știftul, iar gaura este astfel amplasată, încît știftul să blocheze prin efectul de împănare pe care îl produce piesa exterioară. În fig. 2.6.1.11 este arătat cum știftul conic presează piesa exterioară de formă inelară pe umărul piesei interioare.

Ca știfturi cu încărcare simetrică se pot folosi știfturi conice (fig. 2.6.1.12) sau știfturi conice crestate (fig. 2.6.1.13). Ca știft de reazem se poate folosi numai un știft conic.

Știfturile conice (fig. 2.6.1.12) își fixează poziția prin asigurare prin forță, adică prin frecarea produsă de presiunea laterală pe pereții găurii. Construcția trebuie astfel proiectată, încît să fie posibilă scoaterea știftului prin ciocănire sau extragere; totuși în cazul pieselor supuse mișcărilor rapide știfturile nu trebuie să iasă în afară, dacă există pericolul de accidente la mîini. Pentru a ușura extragerea, capătul știftului care iese în afară poate fi prevăzut cu o porțiune filetată, pentru a putea extrage știftul cu ajutorul unei piulițe. Ca material se folosește oțel moale și, cînd se cere o rezistență mai mare, oțel rotund tras. Dacă există pericolul oxidării, se pot folosi și știfturi din alamă.

Îmbinările prin pene glisante sub formă de știfturi conice prezintă avantajul unei precizii înalte. Chiar și la desfaceri mai frecvente, piesele nu se pot deplasa una față de alta. Dacă știftul conic este folosit ca știft cu încărcare simetrică, îmbinarea prin împănare comportă o alezare relativ

costisitoare cu un alezor conic. Acest lucru este evitat la îmbinarea prin împănare cu ştifturi conice crestate. Dacă un ştift conic ascuţit este introdus cu o forţă care depăşeşte considerabil valoarea necesară pentru fixare, îmbinarea trece din ce în ce mai mult într-o îmbinare cu ajustaj cu strîngere. În tabela 2.6.1.1 este indicată valoarea diametrului ştiftului conic d, care trebuie ales în funcţie de valoarea diametrului dat D al cepului. Indicaţiile date se referă şi la fig. 2.6.1.14 şi 2.6.1.19.

Tabela 2.6.1.1

Dimensiuni pentru îmbinările de împănare cu ştifturi conice (v. fig. 2.6.1.12—2.6.1.14 şi 2.6.1.19), în mm

D	1,4—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—8	8—11	11—17	17—23
d	0,6	0,8	1	1,5	1,5	2	3	4	5
l_1	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7,5
l_2	1,2	1,5	1,8	2	2,5	3	4	5	6,5

Ştiftul conic crestat (fig. 2.6.1.13) se foloseşte ca şi ştiftul cilindric crestat, pentru a evita păsuirea costisitoare a ştiftului conic. Ştiftul conic crestat se deosebeşte de ştiftul cilindric crestat prin aceea că cele trei crestături prezintă un mic unghi faţă de axa ştiftului, aşa încît ridicăturile care apar de o parte şi de alta a crestăturii în urma executării acesteia prin presare nu există decît la unul din capetele ştiftului. Prin poziţia în formă de pană a ridicăturilor de lîngă crestături se realizează la presare un efect de împănare. În tabela 2.6.1.2 se dau diametrele ştifturilor conice; d_1 este diametrul maxim al ştiftului, măsurat peste ridicăturile menţionate.

Tabela 2.6.1.

Diametrele ştifturilor conice cu crestături (v. fig. 2.6.1.13) în mm

d	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6
d_1	1,6	2,2	2,7	3,3	3,8	4,3	5,3	6,3

Cu privire la ajustajul dintre ştift şi diametrul găurii sînt valabile precizările ce se vor arăta pentru ştifturile cilindrice crestate (cap. 2.7.1.5). Precizia îmbinării prin împănare cu privire la poziţia reciprocă a pieselor este mai mică decît la ştifturile conice. De aceea, ştifturile conice crestate nu sînt recomandabile dacă îmbinarea trebuie desfăcută în mod frecvent. Pe de altă parte, îmbinarea prin împănare cu ştifturi conice crestate este mai ieftină decît cea cu ştifturi conice. Raportul dintre diametrul d al ştiftului conic crestat şi diametrul D al cepului (fig. 2.6.1.13) este indicat în tabela 2.6.1.1.

În afara ştifturilor conice crestate, mai sînt standardizate şi ştifturile crestate de păsuire şi ştifturile crestate de împreunare. Ele sînt crestate numai pe jumătate din lungimea totală. Cel mai mare diametru al ştiftului crestat se găseşte la ştifturile crestate de păsuire, la unul din capete, iar la ştifturile crestate de împreunare, la mijloc.

Scanned with OKEN Scanner

Exemple de folosire. În fig. 2.6.1.14 este arătată îmbinarea prin împănare a unui inel de fixare, iar în fig. 2.6.1.15 și 2.6.1.16, îmbinarea prin împănare a unei manivele pe un arbore printr-un știft conic cu încărcare simetrică. Îmbinarea cu știft conic reprezentată în fig. 2.6.1.16 se va folosi atunci cînd arborele este gol la interior, iar acest gol trebuie să rămînă liber pentru alte scopuri, de exemplu pentru trecerea unui conductor electric. În fig.

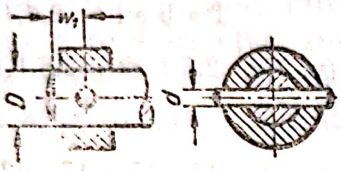


Fig. 2.6.1.14. Inel de fixare pe un arbore plin

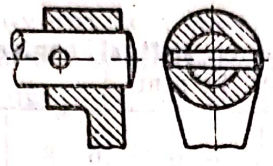


Fig. 2.6.1.15. Fixarea unei manivele pe un arbore plin și pe un arbore gol la interior

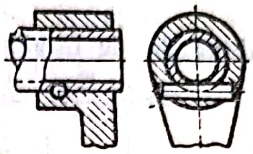


Fig. 2.6.1.16.

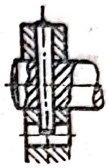


Fig. 2.6.1.17.

Fig. 2.6.1.18. Fixarea unui ax într-o placă

2.6.1.17 și 2.6.1.18 se arată fixarea unui ax într-o placă cu ajutorul unui știft conic. Pentru a putea desface îmbinarea, este necesar ca să se prevadă o gaură laterală (fig. 2.6.1.17), în care să pătrundă știftul cu capătul său, sau să se lase știftul puțin în afară (fig. 2.6.1.18). În tabela 2.6.1.1 este indicată distanța W_1 pînă la centrul găurii (fig. 2.6.1.14).

Cînd știftul conic lucrează ca știft de strîngere, se poate realiza, de exemplu, îmbinarea cepului cilindric al unui bolț, sau a cepului prismatic al unei bare cu o placă (fig. 2.6.1.19 și 2.6.1.20). Gaura cilindrică din cep trebuie să fie astfel amplasată, încît piesele să fie strînse una de cealaltă prin baterea știftului. Distanța W pînă la axa găurii poate fi aleasă conform tabelei 2.6.1.1.

În locul îmbinării prin împănare cu strîngere axială (fig. 2.6.1.19) se întîlnesc uneori și execuții cu strîngere radială (fig. 2.6.1.21 și 2.6.1.22), care sînt însă mai puțin recomandabile, deoarece în aceste cazuri bolțul nu este tras în direcție axială înspre placa de lagăr și deci se poate așeza înclinat după îmbinare. De aceea, astfel de îmbinări se folosesc numai cînd placa este relativ groasă și deci cepul poate fi corespunzător de lung. Crestarea cepului se face după darea găurii pentru știft. În cazul arătat în fig. 2.6.1.22, îmbinarea poate fi desfăcută, numai dacă știftul iese în afară atît cît să poată fi apucat cu un clește.

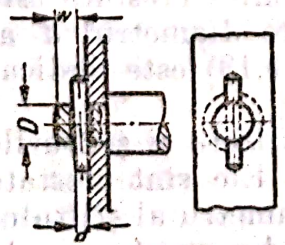


Fig. 2.6.1.19. Strîngere axială

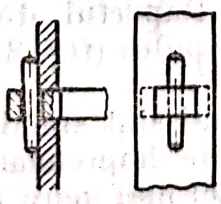


Fig. 2.6.1.20.

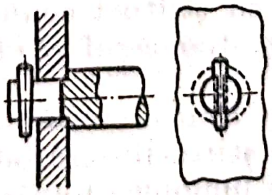


Fig. 2.6.1.21. Strîngere radială

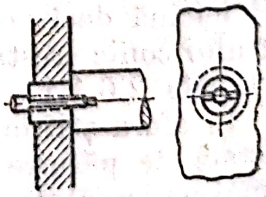


Fig. 2.6.1.22.

2.6.1.4. Îmbinări prin pene spirale

La o îmbinare prin împănare cu suprafețe spirale ca în fig. 2.6.1.23 există avantajul că „pana de rotire" poate fi îmbinată cu piesa găurită în orice poziție axială aleasă, printr-o simplă rotire cu un unghi mic. De aceea se poate fixa în acest fel, de exemplu, o placă din tablă prevăzută cu o gaură decupată în mod corespunzător în orice poziție axială aleasă pe un

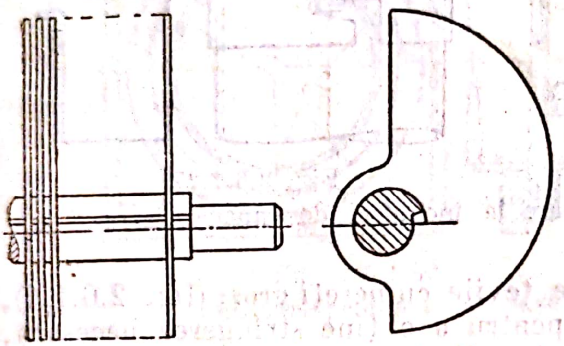


Fig. 2.6.1.23.
Arbore de condensator cu plăci

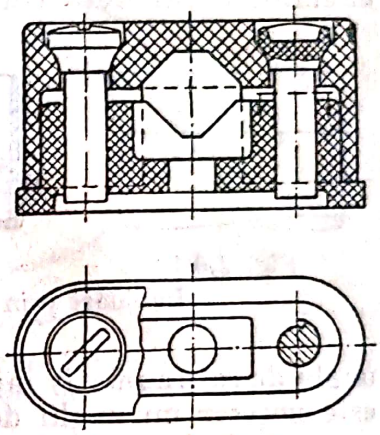


Fig. 2.6.1.24
Bridă de conductoare

arbore profilat în mod corespunzător. În fig. 2.6.1.23 este arătat un asemenea caz, la care nu număr mai mare de plăci metalice pentru un condensator variabil se îmbină pe arbore printr-o mică rotire a acestuia, după ce au fost așezate într-un dispozitiv pentru a realiza distanțele corecte între ele.

În fig. 2.6.1.24 este reprezentat un exemplu de aplicare la prinderea indirectă a două piese presate din material izolant prin două pene de rotire, care sînt de asemenea executate din material presat și sînt prevăzute cu capete pentru introducerea unei șurubelnițe. Acest sistem de îmbinare prin împănare prezintă față de fixarea prin șuruburi, avantajul că o mică rotire unghiulară este suficientă pentru desfacere și îmbinare. Însă prin rotire nu se realizează o asigurare axială prin forță, cum este cazul la șuruburi; din această cauză piesele trebuie strînse una pe alta în timpul realizării îmbinării. Construcția arătată servește drept bridă pentru conductoarele electrice.

2.6.1.5. Îmbinări prin împănare cu pene de înșurubare

Îmbinările prin împănare cu pene de înșurubare (denumite și îmbinări în baionetă) sînt îmbinări demontabile, la care piesele care trebuie împreunate sînt întîi apropiate axial pînă la un punct de oprire și apoi sînt răsucite una față de cealaltă. Una din piese poartă două sau trei pene de înșurubare, cu care se îmbină, cu asigurare prin forță, ieșiturile sau alte forme asemănătoare ale celeilalte piese. Mișcarea de rotire nu trebuie să fie limitată prin umerii penelor, pentru ca să se producă totdeauna efectul de împănare.

Din această cauză, la execuția arătată în figura 2.6.1.25 partea înclinată a tăieturii trebuie să fie destul de lungă, iar dimensiunile trebuie să fie astfel alese, încît în poziție strînsă știftul să nu atingă fundul tăieturii. Siguranța împotriva autodesfacerii depinde atunci de mărimea unghiului de înclinare φ (fig. 2.6.1.4). Cu cît este mai mic acest unghi, cu atît mai mare este și siguranța. Un unghi de înclinare mic comportă bineînțeles un unghi de rotire mare. La țevile și capacele cu pereți subțiri, care au o anumită elasticitate (fig. 2.6.1.25—2.6.1.29), este de obicei suficient un

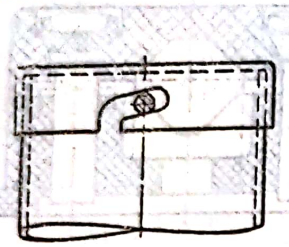


Fig. 2.6.1.25.

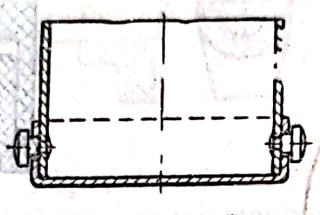


Fig. 2.6.1.26.

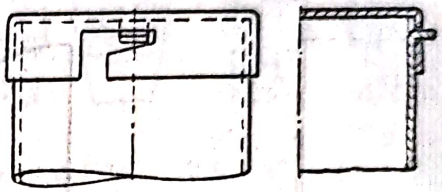


Fig. 2.6.1.27

Îmbinări prin pene de înșurubare la închideri de capace

unghi de rotire relativ mic, în timp ce la țevile cu pereți groși (fig. 2.6.1.4), este necesar un unghi de rotire mare pentru a obține strîngerea necesară, precum și siguranța împotriva autodesfacerii. După cum se arată în fig. 2.6.1.27—2.6.1.29, la piesele executate din table subțiri se prevăd în locul știfturilor nituite (fig. 2.6.1.25), din motive de economie, urechi îndoite (fig. 2.6.1.27) sau adînciturі (fig. 2.6.1.28).

În locul capacului poate fi crestată și țeava, capacul fiind prevăzut cu urechi sau ridicături. Prin crestătură, țeava, respectiv capacul, sînt bineînțeles oarecum slăbite la margine; dacă acest lucru trebuie evitat, crestătura poate fi înlocuită printr-un canal adîncit prin presare (fig. 2.6.1.28). Ieșirea crestăturii sau a canalului la marginea țevii sau a capacului poate fi executată și puțin înclinată față de axă (fig. 2.6.1.29), dacă se urmărește ușurarea manevrării. La teleobiectivul reprezentat în fig. 2.6.1.30 sînt prevăzute trei adaosuri în formă de flanșă F, în timp ce aparatul de fotografiat

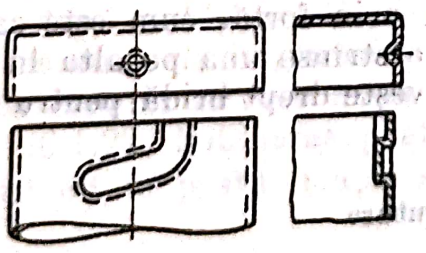


Fig. 2.6.1.28

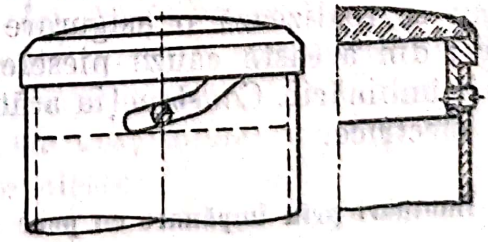


Fig. 2.6.1.29.

Îmbinări prin pene de înșurubare la închideri de capace

respectiv are un inel R, strunjit și prevăzut cu trei degajări A. Suprafața superioară a flanșei este înclinată. Pentru fixare, obiectivul este întîi trecut prin inelul R, flanșa F trecînd prin degajările A. Rotind obiectivul apoi cu circa 60°, el se blochează. În locul acestui sistem de fixare, la ramele interschimbabile ale obiectivelor suplimentare se prevăd uneori, la piesele

care se îmbină, filete cu pas fin, în care se frezează (la ambele piese) trei degajări pe contur (fig. 2.6.1.31), așa încît după introducerea pieselor una în alta nu mai este necesară decît o rotire de circa 60° pentru a realiza îmbinarea. Poziția de introducere este însemnată prin marcaje. Această execuție este mai puțin costisitoare decît cea precedentă.

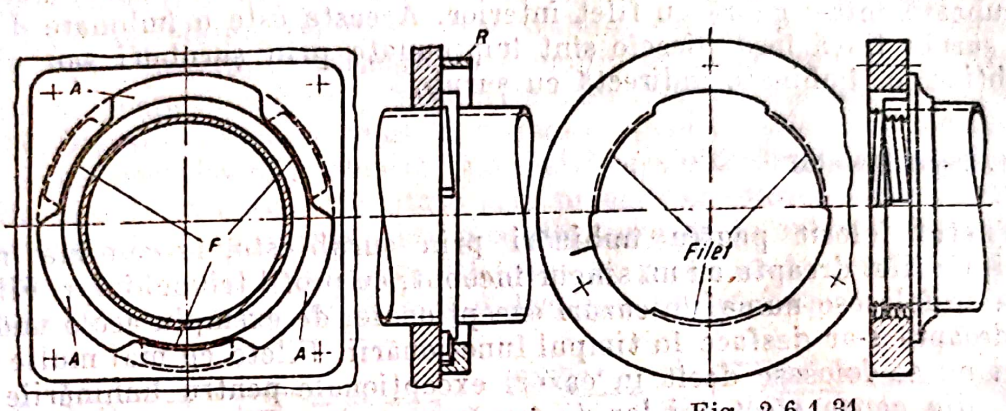


Fig. 2.6.1.30. Fig. 2.6.1.31.

Îmbinări prin pene de înșurubare la suporturi de obiective

Îmbinări prin împănare asemănătoare se întîlnesc la sistemele de strîngere rapidă a conductelor de țevi, garniturilor de furtune și la altele asemănătoare.

Dacă piesele care trebuie îmbinate nu pot fi rotite una față de alta, trebuie prevăzută o îmbinare „indirectă" prin împănare de înșurubare, de exemplu cu ajutorul unei piulițe suplimentare *M* (fig. 2.6.1.32 și 2.6.1.33). Piulița prezintă trei degajări *A* prin care trec, la îmbinarea, respectiv la

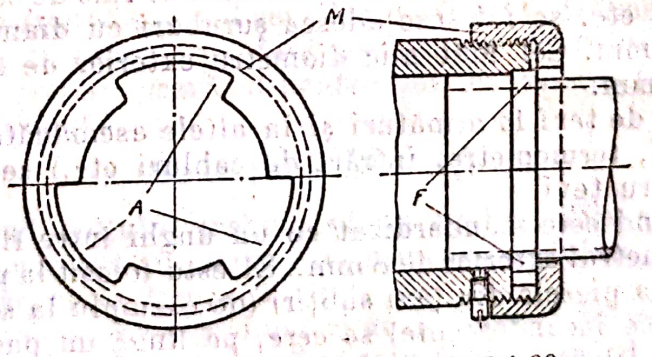


Fig. 2.6.1.32. Fig. 2.6.1.33.

Îmbinare prin împănare de înșurubare cu piuliță suplimentară

desfacerea pieselor, trei flanșe *F* ale țevii interioare. Țeava exterioară este de asemenea prevăzută cu trei degajări, în care se așază, fără posibilitate de rotire, cele trei flanșe *F* menționate. În afară de aceasta, pe țeava exterioară se găsește un știft filetat ca limitator pentru piulița suplimentară, a cărei rotire o limitează. Rotirea este și în acest caz de aproximativ 60°.

2.6.2. Îmbinări prin şuruburi

Îmbinările prin şuruburi sînt îmbinări de piese cu asigurare prin forţă datorită presiunii de înşurubare (efect de împănare). La cea mai simplă îmbinare prin şurub, una din piese are un cep cu filet exterior, care se înşurubează într-o gaură cu filet interior. Aceasta este o îmbinare directă prin şurub. Dacă însă piesele sînt împreunate prin şuruburi sau piuliţe se obţine o îmbinare indirectă cu şurub.

2.6.2.1. Tipul filetului

Filetul folosit pentru îmbinări prin şurub este, în cele mai multe cazuri, un filet dreapta cu un singur început, cu profil triunghiular. Filetele stînga se folosesc numai în cazuri excepţionale, de exemplu acolo unde un filet dreapta s-ar desface în timpul funcţionării. Filete cu mai multe începuturi nu se folosesc decît în cazuri excepţionale pentru îmbinările prin şurub, din cauza efectului lor de împănare redus. Ele prezintă avantajul că, din cauza filetului cu pas mai mare, este necesar un unghi de rotaţie mai mic pentru a realiza înşurubarea. În general, bolţurile filetate şi găurile filetate sînt cilindrice. Uneori se întîlnesc însă şi îmbinări prin şurub cu filete conice. La acestea, filetul conic este tăiat perpendicular pe generatoarea conului.

În mecanica fină se preferă filetul metric standardizat cu unghiul flancurilor de 60°, faţă de filetul Whitworth standardizat cu unghiul dintre flancuri de 55°. În afară de acestea, la ţevile cu pereţi subţiri, la ramele lentilelor, la şuruburile pentru lagăre etc. se foloseşte filetul metric fin. Avantajul constă în adîncimea mică a filetului şi în pasul mic. Unghiul dintre flancuri este tot de 60°. Pentru mecanisme fine de ceasornicărie, aparate de măsurat etc. se folosesc adesea şuruburi cu diametrul exterior al filetului sub 1 mm. Cel mai mic diametru exterior de filet standardizat este cel de 0,3 mm.

Racordurile de ţevi la armături şi la altele asemănătoare (manometre, contoare de apă, termometre, intrări de cabluri etc.) se execută cu filet Whitworth pentru ţevi.

Filetul rotund este standardizat cu un unghi între flancuri de 30°, şi începe de la diametrul exterior de 8 mm. El este folosit la piesele din materiale izolante. La piesele din ţevi subţiri (de exemplu la soclurile şi duliile becurilor electrice incandescente) se cere, pe lîngă un pas relativ mare, o adîncime mică a filetului, care trebuie însă să fie mai mare decît grosimea tablei. Într-o asemenea situaţie nu se poate folosi decît un filet presat, filetul electrotehnic, numit înainte filet Edison. Profilul se compune din două arcuri de cerc tangente, cu aceeaşi rază (fig. 2.6.2.5.).

Filete speciale se întîlnesc la şuruburile din oţel călit, care presează filetul interior la înşurubarea în gaura cilindrică avînd diametrul egal cu al fundului filetului (fig. 2.6.2.8.). Un filet special pentru şuruburi din metal la înşurubarea în piese din lemn este filetul pentru şuruburi din lemn (fig. 2.6.2.39).

Scanned with OKEN Scanner

2.6.2.2. Executarea filetului

Executarea filetului va fi tratată numai în măsura în care este importantă pentru concepția formei pieselor. În principiu se face distincția între realizarea filetului prin așchiere și fără așchiere.

Executarea filetului prin așchiere la piesele metalice se presupune cunoscută. La diferitele materiale izolante trebuie respectate anumite indicații. La materialele presate stratificate (de exemplu pertinax sau textolit), tăierea filetului se poate face numai în găurile care sînt așezate perpendicular pe straturi. Dar și aci trebuie avut în vedere că prin tăierea filetului apare o umflare care necesită în unele cazuri o rectificare ulterioară. La găurile filetate din piesele care sînt executate prin presare în formă, tăierea filetului în găurile realizate la formare este posibilă, ceea ce în unele cazuri ia chiar mai puțin timp decît realizarea filetului la presarea în formă, deși mai comportă și deșurubarea ulterioară a dornului filetat folosit.

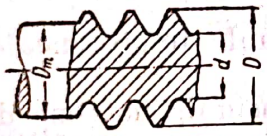


Fig. 2.6.2.1. Bolț filetat prin laminare

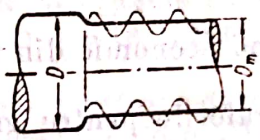


Fig. 2.6.2.2.

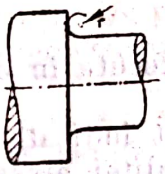


Fig. 2.6.2.3. Umeri realizați la bolțuri prin refulare

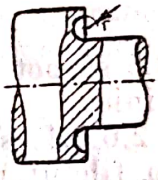


Fig. 2.6.2.4.

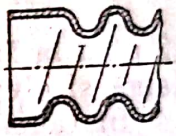


Fig. 2.6.2.5. Filet presat în țeavă

Tăierea preliminară a filetului poate fi evitată prin folosirea șuruburilor tăietoare.

Executarea filetului fără așchiere se folosește mai ales la bolțurile filetate; la șuruburile metalice se realizează prin imprimarea filetului cu ajutorul rolelor de filetat sau a bacurilor de filetat. Diametrul exterior D se obține de-abia la executarea fără așchiere a filetului (fig. 2.6.2.1); diametrul D_m care trebuie prevăzut pentru bolț în vederea formării filetului se calculează cu formula

$$D_m = \sqrt{0{,}5\,(D^2 + d^2)}.$$

Dacă diametrul bolțului trebuie să fie egal cu diametrul exterior al filetului, trebuie prevăzut un umăr executat prin refulare sau prin strunjire, așa cum se arată în figura 2.6.2.2.

Prin refulare se pot executa și umeri de diametru mai mare, dacă racordul (fig. 2.6.2.3.) de la bolț la umăr poate fi suficient de mare (raza r). Dacă poziția racordului r nu este admisibilă, deoarece împiedică așezarea pe acest umăr, se poate prevedea construcția reprezentată în fig. 2.6.2.4, care poate fi ușor executată. O execuție ieftină prezintă și presarea filetului într-o țeavă cu pereți subțiri (fig. 2.6.2.5.). Se obține în acest caz cu o deformare prin încovoiere pură, grosimea țevii rămînînd neschimbată în toate punctele filetului, așa încît se poate executa, atît filetul șurubului, cît și al piuliței. Executarea fără așchiere a filetului piulițelor poate fi făcută în anumite condiții cu ajutorul unui dorn filetat drept, ascuțit la capăt,

care este înșurubat cu presiune într-o gaură cu diametrul d (fig. 2.6.2.6.). Se obține astfel, pe amîndouă fețele, o refulare uniformă a de material, avînd diametrul D_1, realizîndu-se în acest fel o lungime mai mare de înșurubare S_1 (fig. 2.6.2.7.). Un dezavantaj îl constituie faptul că suprafețele de așezare pentru a doua piesă astfel creată sînt imprecise. Filete

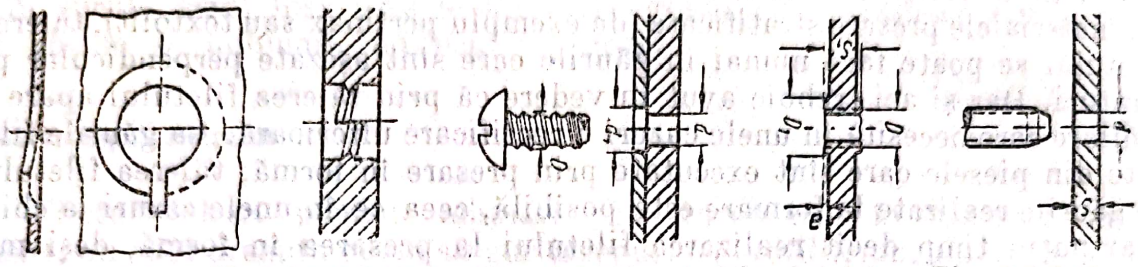


Fig. 2.6.2.6. Fig. 2.6.2.7. Fig. 2.6.2.8. Fig. 2.6.2.9. Fig. 2.6.2.10.

Filete executate în piulițe fără așchiere

M2 pînă la M3,5 se pot executa în mod economic din table de oțel moale, alamă și aluminiu.

În tabela 2.6.2.1. sînt indicate valorile pentru grosimile maxime de tablă S pentru filetul piuliței presat, în funcție de diametrul D al filetului.

Tabela 2.6.2.1

Grosimea tablei pentru filetul piuliței presat (v. fig. 2.6.2.6 și 2.6.2.7), **în mm**

D	M 2	M 2,6	M 3	M 3,5
d	1,55	2,1	2,45	2,8
D_1	2,7	3,4	4	4,6
Tablă de oțel moale și de alamă tare				
S	1,2	1,2	1,5	1,5
S_1	1,6	1,7	2,1	2,3
Tablă de alamă moale				
S	1,3	1,5	2	2
S_1	1,7	1,9	2,5	2,6
Tablă de aluminiu moale și tare				
S	2,5	2,5	2,5	2,5
S_1	3	3,1	3,2	3,3

Un caz special îl prezintă filetul executat fără aşchiere şi reprezentat în fig. 2.6.2.8, destinat îmbinărilor cu şurub care se desface numai foarte rar. Şurubul din oţel călit, prevăzut cu un filet special (DIN 7508—7513) imprimă la înşurubare, filetul piuliţei într-o gaură cilindrică existentă. Materialul piesei cu, filetul interior astfel executat trebuie să fie mai moale decît materialul şurubului. Asemenea şuruburi pot fi înşurubate nu numai în piese din tablă cu găuri străpunse, ci şi în găuri cu fund. Pe lîngă avantajul că filetul nu trebuie tăiat în piuliţă se realizează în acest caz şi o păsuire cu asigurare prin forţă între filetul bolţului şi cel al piuliţei, ceea ce măreşte siguranţa împotriva desfacerii. În tabela 2.6.2.2 se indică diametrul D al filetului şuruburilor din oţel, precum şi diametrul d al găurii cilindrice. Diametrul d_1 (fig. 2.6.2.8) trebuie ales atît de mare, încît corpul şurubului să poată trece uşor prin el.

La piesele turnate sub presiune din cositor sau zinc, filetul interior şi cel exterior se execută direct din turnare, dacă scoaterea dornurilor sau a bucşelor filetate nu cere prea mult timp. La turnarea sub presiune a metalelor uşoare, dornurile şi bucşele filetate nu se pot deşuruba decît cu mare greutate, aşa încît în aceste cazuri se procedează mai bine la tăierea filetului.

Şi la materialele plastice, după cum s-a mai arătat, filetul interior poate fi realizat printr-un dorn filetat înglobat în forma de presare sau de turnare sub presiune. Dornul trebuie deşurubat după presare sau turnare sub presiune. Mai economic este însă să se execute numai gaura cilindrică

Tabela 2.6.2.2

Dimensiuni pentru îmbinările prin şuruburi din oţel (v. fig. 2.6.2.8)

Grosimea tablei S, mm	D	2,2	2,8	3,6	3,8	4,1	4,7	5,3	6,2
	0,5	1,7	2,2	2,6	3				
	0,8	1,8	2,3	2,7	3	3	3,4	4,2	4,7
	1	1,9	2,4	2,8	3	3	3,4	4,3	4,7
	1,3	1,9	2,4	2,8	3,1	3,3	3,4	4,3	4,9
	1,6	2	2,5	3	3,3	3,4	3,7	4,4	5
	2		2,65	3,1	3,4	3,5	4	4,6	5,2
	2,8			3,3	3,5	3,7	4,1	4,7	5,3
	3,2					3,8	4,3	5	5,7
	3,6					3,8	4,3	5	5,8
	4,4						4,3	5,1	5,9
	4,8								6
	5,2								6
	Diametrul găurii d, mm								

corespunzătoare diametrului interior al filetului, iar filetul să fie tăiat ulterior. Se pot realiza de asemenea filete exterioare presate sau turnate sub presiune la piesele din materiale plastice.

În fig. 2.6.2.9 și 2.6.2.10 sînt reprezentate filete de piulițe, care se compun dintr-un singur pas. Asemenea simplificări sînt bineînțeles posibile numai atunci cînd forțele care trebuie preluate sînt relativ reduse. În fig. 2.6.2.9 se arată o execuție din material izolant presat, la care „filetul" poate fi realizat direct de la presare, prin folosirea unei forme secționate. La execuția reprezentată, în fig. 2.6.2.10, filetul este realizat prin ștanțare în tablă. În ambele cazuri trebuie asigurată o ghidare satisfăcătoare, eventual prin mijloace suplimentare, a piesei care poartă filetul bolțului pe timpul înșurubării. Pentru o execuție convenabilă este necesar să se prevadă o crestătură.

Între filetul bolțului și cel al piuliței trebuie să se prevadă un ajustaj cu joc (ajustaj mediu), pentru ca să fie asigurată interschimbabilitatea. Jocul necesar, respectiv admisibil, este stabilit prin norme. La piesele filetate cu prelucrare ulterioară a suprafețelor, trebuie avut în vedere că fiecare strat de suprafață modifică diametrele.

2.6.2.3. Calcule

De obicei nu se procedează la un calcul al bolțurilor filetate, respectiv al tijei șuruburilor, deoarece în cele mai multe cazuri solicitarea prin forțe exterioare este foarte mică, iar dimensiunile adoptate pe considerente de

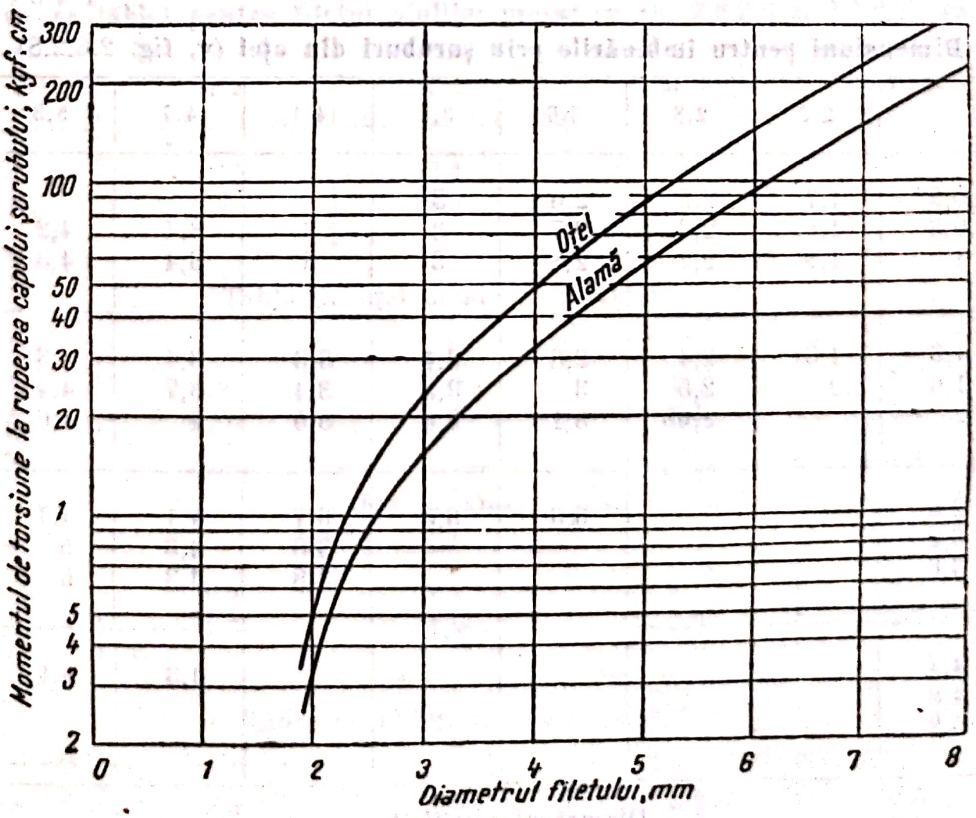


Fig. 2.6.2.11.
Momente de rupere la șuruburile cilindrice din oțel și alamă

execuție sau deservire sînt mai mari decît ar rezulta din calcul. Pe de altă parte, la șuruburi mai mult solicitate, de exemplu la îmbinarea prin șuruburi a pachetelor de arcuri de contact din electrotehnică, determinarea forțelor include atîta neprecizie, încît se renunță de asemenea la calcul folosindu-se mai curînd experiența. De aceea nu apare necesar să se indice aci calculul, cu atît mai mult cu cît acesta este tratat pe larg în literatura referitoare la organele de mașini. În principiu constructorul trebuie să tindă să aleagă la fiecare aparat șuruburi cît mai unitare, chiar dacă un șurub sau altul rezultă ceva mai lung sau mai gros decît ar cere rezistența, căci pentru fabricație prezintă un avantaj deosebit faptul că pentru mai multe găuri pot fi folosite același tarod și aceeași filieră, și deci se reduce pericolul confundării șuruburilor între ele și se simplifică depozitarea.

În fig. 2.6.2.11 sînt arătate rezultatele unei serii de încercări pentru determinarea momentelor de rupere a șuruburilor cilindrice executate din alamă și oțel, înregistrate în funcție de diametrele filetelor respective.

2.6.2.4. Capătul filetului și lungimea de înșurubare

Capătul filetului este executat la șuruburile și bolțurile de fixare, fie bombat, fie teșit, ceea ce permite un atac ușor pentru scula de tăiere a filetului și o înșurubare ușoară în filetul piuliței. Raza bombării este aproximativ egală cu 0,8 d, în care d este diametrul exterior al filetului. În cazul teșirii, unghiul de teșire este de 45°; diametrul de teșire trebuie să fie ceva mai mic decît diametrul interior al filetului. Trebuie semnalat, de asemenea, că la șuruburile și bolțurile executate fără așchiere capătul filetului nu are o bombare sau teșire. Acest dezavantaj poate fi înlăturat, dacă este necesar, numai printr-o bombare sau teșire ulterioară, executată prin așchiere. La cepurile în formă de țeavă trebuie să se prevadă o teșire.

Din cauza toleranțelor la grosimea tablei și la lungimea tijei filetate nu este posibil să se realizeze o corespondență exactă a capătului filetului cu suprafața găurii. Din această cauză, se prevede fie ieșirea din gaură a capătului bombat al tijei filetate (fig. 2.6.2.12), fie, dacă acest lucru nu este admisibil, retragerea acestui capăt (fig. 2.6.2.13). La tablele subțiri, capătul șurubului trebuie totdeauna lăsat să iasă din gaură, pentru ca filetul piuliței să fie complet utilizat. Capătul șurubului se retrage atunci cînd, la folosirea în încăperi deosebit de umede sau pline cu vapori de acizi, există pericolul ca porțiunea care iese din gaură să se acopere cu rugină, îngreuindu-se sau chiar împiedicîndu-se astfel desfacerea ulterioară a șurubului.

Lungimea porțiunii filetate m a bolțului este dimensiunea măsurată de la începutul primului pas pînă la sfîrșitul ultimului pas utilizabil efectiv. Această lungime are o importanță capitală pentru rezistența îmbinării prin șurub.

La gaura filetată străpunsă, cînd capul bombat al șurubului iese în afară (fig. 2.6.2.12), lungimea filetului piuliței este în același timp lungimea de înșurubare a bolțului. Înălțimea constructivă totală S se consideră fără adîncimea celor două teșituri a de pe ambele fețe. Teșirile sînt necesare pentru tăierea filetului și ușurează înșurubarea bolțului filetat. Teșirea se înlocuiește printr-o ușoară debavurare, cînd există mai puțin

decît patru paşi de filet; dacă capătul bombat rămîne înăuntrul găurii filetate (fig. 2.6.2.13), dimensiunea creşte în mod corespunzător la S_1. O degajare D_1 (fig. 2.6.2.14) se prevede, din motive de economie, atunci cînd lungimea de filet nefolosită din piuliţa *1* devine prea mare. La găurile filetate cu fund, conform fig. 2.6.2.15, trebuie să se prevadă o lungime supli-

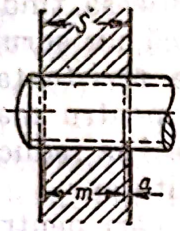


Fig. 2.6.2.12. Şurub cu cap ieşit în afară

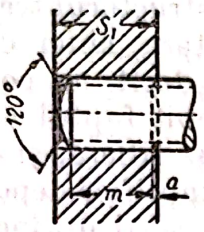


Fig. 2.6.2.13. Şurub cu cap retras

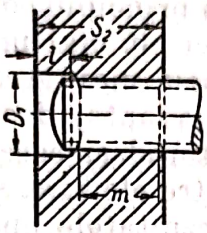


Fig. 2.6.2.14. Şurub cu cap degajat prin adîncire

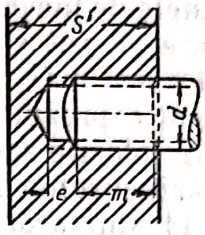


Fig. 2.6.2.15. Găuri cu fund filetate fără şi cu degajare prin strunjire

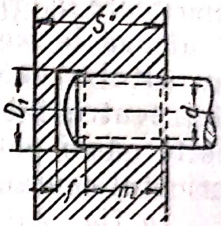


Fig. 2.6.2.16.

mentară de filet e, deoarece este imposibilă tăierea filetului pînă la fundul găurii. Pentru determinarea lungimii constructive totale S', trebuie avut în vedere şi conul burghiului cu care se execută gaura iniţială. În caz de nevoie, înălţimea constructivă poate fi micşorată (fig. 2.6.2.16), prin degajarea găurii filetate, obţinîndu-se dimensiunea S''. În tabela 2.6.2.3 se indică valori numerice pentru e şi f.

Tabela 2.6.2.3

Dimensiuni pentru îmbinările cu şurub cu găuri filetate cu fund (v. fig. 2.6.2.15 şi 2.6.2.16), în mm

d	1—1,7	2—3	3,5—4	5	6	8	10
e	2	3	4	5	5	6	7
f	—	—	2	2,5	3	4	5

Lungimea minimă a porţiunii filetate m (fig. 2.6.2.12 — 2.6.2.16) a bolţului trebuie să fie astfel dimensionată la o rezistenţă suficientă a îmbinării prin şurub, încît rezistenţa la tracţiune a bolţului să fie folosită din plin, adică la o solicitare corespunzătoare ruperea miezului bolţului să se producă cu puţin timp înainte de smulgerea filetului piuliţei. De aceea este inutil să se prevadă o lungime filetată mare, dacă miezul se rupe chiar la o solicitare redusă sau, invers, să se aleagă un diametru mare al filetului, dacă lungimea filetului este redusă. Ceea ce poate influenţa rezistenţa îmbinării este materialul şurubului şi al corpului în care este prevăzut filetul, precum şi diametrul filetului. Pentru un şurub din oţel care se introduce de exemplu în aluminiu moale, este necesară o lungime a filetului mai mare decît dacă se introduce în oţel de scule, deoarece filetul piuliţei într-un

corp de aluminiu este mai puțin rezistent decît cel dintr-un corp din oțel. Diametrul filetului joacă un rol special în sensul că filetul piuliței poate fi smuls mai ușor la un diametru mic decît la un diametru mai mare. Explicația constă în precizia relativ mai redusă (jocul mai mare) la diametrele mici.

În tabela 2.6.2.4. se indică valorile minime ale lungimii porțiunii filetate m în milimetri, necesare pentru șuruburile din oțel (cu diametrul exterior al filetului d), cu rezistența la tracțiune de 60 kgf/mm², și care intră în materiale de diferite rezistențe la tracțiune.

Tabela 2.6.2.4

Valorile minime ale lungimii porțiunii filetate „m" pentru șuruburi din oțel cu materiale cu diferite rezistențe la tracțiune σ_r (v. fig. 2.6.2.12—2.6.2.16)

d, mm		1	1,2	1,4	1,7	2	2,3	2,6	3
Rezistența la tracțiune a piesei filetate σ_r, kgf/mm²	5	4,8	4,8	5,2	5,9	6,6	7,1	7,8	8,5
	10	2,9	3,2	3,5	4	4,5	5	5,5	6,2
	15	2,1	2,4	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,8
	20	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,9
	25	1,3	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	2,7	3
	30	1	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,3
	40	0,9	1	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8	2,1

d, mm		3,5	4	5	6	7	8	9	10
Rezistența la tracțiune a piesei filetate σ_r, kgf/mm²	5	9,5	10,5	12,5	14,5	16	18	20	22
	10	7	7,8	9,5	11	13	14,5	16	18
	15	5,5	6,2	7,6	9	10,5	12	13	15
	20	4,5	5	6,2	7,3	8,5	9,5	11	12
	25	3,4	3,8	4,7	5,5	6,4	7,3	8,2	9
	30	2,6	2,9	3,5	4,2	4,8	5,5	6,1	6,7
	40	2,3	2,6	3,2	3,8	4,3	4,9	5,5	6
Lungimea porțiunii filetate m, mm									

La folosirea unui alt material pentru șuruburi, avînd o altă rezistență la tracțiune, valorile din tabela 2.6.2.4 trebuie înmulțite cu 1/60 din rezistența la tracțiune respectivă. Se consideră de la sine înțeles că rezistența la tracțiune a șurubului trebuie folosită integral. Dacă solicitarea este redusă, nu mai este necesară o determinare riguroasă; în practică se ia atunci lungimea porțiunii filetate a șuruburilor din alamă sau oțel moale, care se înșurubează în alamă sau oțel, egală cu diametrul exterior al filetului. Deseori lungimea filetului este determinată dinainte, de grosimea piesei care se filetează, în timp ce diametrul filetului trebuie să fie dimensionat relativ mare din motive speciale (de exemplu pentru a putea folosi același burghiu spiral și același tarod pentru alte găuri ale aceleiași piese).

Scanned with OKEN Scanner

În acest caz se obține numai o lungime mică a filetului, ceea nu are însă importanță dacă acționează numai forțe mici, iar execuția nu devine costisitoare. Lungimea filetului trebuie aleasă relativ mare, dacă îmbinarea prin șurub trebuie desfăcută frecvent ceea ce determină uzura accentuată a filetului.

Uneori înălțimea constructivă a găurii filetate nu este suficientă pentru a primi un filet interior de lungime acceptabilă, așa încît este necesară o mărire corespunzătoare. La piesele din fontă sau alte materiale asemănătoare

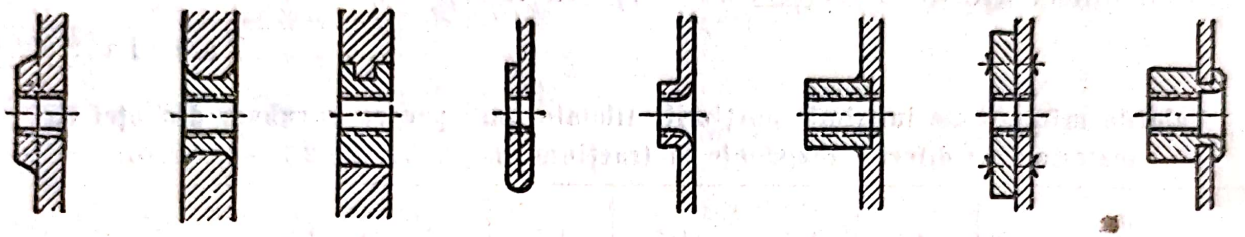


Fig. 2.6.2.17. Bosaj turnat

Fig. 2.6.2.18. Bucșă nituită

Fig. 2.6.2.19. Bucșă încastrată

Fig. 2.6.2.20. Ureche îndoită din tablă

Fig. 2.6.2.21. Bucșă obținută prin răsfrîngerea marginii

Fig. 2.6.2.22. Bucșă lipită

Fig. 2.6.2.23. Piesă din tablă sudată pe placă

Fig. 2.6.2.24. Bucșă fixată prin nituire

trebuie prevăzute bosaje (fig. 2.6.2.17). Dacă grosimea peretelui este în stare să asigure rezistența necesară unui material tenace, de exemplu alamă sau bronz, problema se rezolvă prin introducerea unei bucșe nituite (fig. 2.6.2.18). Această soluție prezintă și avantajul că șuruburile nu se pot înțepeni datorită oxidării. Filetul se taie după nituirea bucșei, care este asigurată împotriva răsucirii.

La turnarea sub presiune sau în materialele plastice se pot încastra bucșe metalice (fig. 2.6.2.19). Asigurarea împotriva răsucirii, necesară în acest caz, se poate cerceta în cap. 2.9. La piesele din tablă care nu au o grosime suficientă, grosimea necesară se poate realiza prin îndoirea tablei (fig. 2.6.2.20), prin răsfrîngerea marginii găurii (fig. 2.6.2.21) sau prin fixarea fără posibilitate de desfacere a unei piese separate. Lungimea filetului se poate mări și prin imprimarea filetului (fig. 2.6.2.7). La bucșa lipită cu lipitură tare (fig. 2.6.2.22), depasarea reciprocă a pieselor în timpul lipirii este împiedicată prin ajustajul cu presare prevăzut. La aplicarea sudării electrice prin puncte (fig. 2.6.2.23) trebuie prevăzute cel puțin două puncte de sudură în afara găurii filetate, pentru ca la găurirea ulterioară să nu dispară punctul de sudură. La piesele din materiale izolate se poate prevedea o îmbinare corespunzătoare prin răsfrîngere, cu asigurarea împotriva răsucirii (fig. 2.6.2.24). (v. cap. 2.8.2.).

2.6.2.5. Îmbinări directe

Piesele metalice prevăzute cu un cap filetat pot fi înșurubate în metal, materiale plastice sau lemn. În cele mai multe cazuri, la piesele cilindrice (fig. 2.6.2.25), chiar dacă sînt striate, forța manuală nu realizează o presiune

de înşurubare suficient de mare. De aceea piesa care trebuie înşurubată urmează să fie concepută pentru a fi înşurubată cu ajutorul unei scule. Coloanele care au o parte filietată pentru înşurubarea într-o placă sau în altă piesă asemănătoare pot fi prevăzute cu două feţe paralele, executate prin frezare, pentru a putea fi strînse cu o cheie, dacă nu pot fi executate din material pătrat sau hexagonal. Coloanele rotunde pot fi însă executate cu o gaură transversală, prin care să treacă un ştift cu care să se facă strîngerea.

Dacă nu trebuie satisfăcute condiţii speciale cu privire la mărimea diametrelor D şi d (fig. 2.6.2.25), diametrul exterior al filetului, d, se va

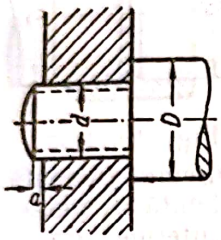


Fig. 2.6.2.25.

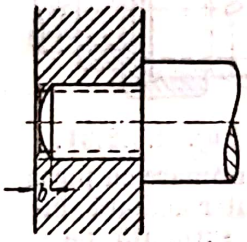


Fig. 2.6.2.26.

Înşurubare cu capătul cepului filetat ieşit în afară sau retras

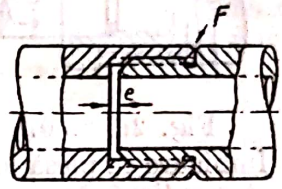


Fig. 2.6.2.27.

Suprafeţe de reazem după înşurubare pe diametrul exterior al ţevii

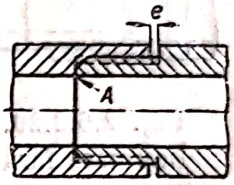


Fig. 2.6.2.28.

Suprafeţe de reazem după înşurubare pe diametrul interior al ţevii

alege, cînd se dă diametrul D al bolţului, după şuruburile cilindrice standardizate ($D = 2\ d$ pentru filetele M 1 pînă la M 2,6 şi $D = 1{,}7\ d$ pentru M 3 pînă la M 10). Dacă capătul bombat iese în afară (fig. 2.6.2.25), se va prevedea o dimensiune minimă pentru partea a ieşită în afară. Aceeaşi dimensiune se va respecta pe cît posibil şi pentru mărimea b, atunci cînd capătul bombat este retras (fig. 2.6.2.26). Şi la piesele tubulare trebuie respectată această distanţă, fie la filetul interior, fie la cel exterior. Dacă suprafaţa exterioară trebuie să fie continuă, cepul cu filet exterior trebuie să fie retras cu mărimea e, pentru ca să reazeme pe suprafaţa F, prevăzîndu-se în acelaşi timp teşituri pentru a compensa nepreciziile de prelucrare (fig. 2.6.2.27). Dacă dimpotrivă suprafaţa interioară trebuie să fie continuă, piesa cu filetul interior trebuie să fie retrasă cu o mărime e, pentru a se realiza aşezarea pe suprafaţa A.

În fig. 2.6.2.29 — 2.6.2.31 sînt reprezentate ţevi înşurubate avînd diametre neegale. În fig. 2.6.2.29, diametrul d al ţevii mai mici corespunde diametrului exterior al filetului. În acelaşi timp diametrul interior al ţevii mai mari corespunde diametrului interior al filetului. Astfel apare dezavantajul că după înşurubare se pot vedea cîţiva paşi ai filetului exterior al ţevii mai mici. În fig. 2.6.2.30 şi 2.6.2.31 se reprezintă îmbinarea prin înşurubare a unor ţevi de dimensiuni diferite, care se pot introduce uşor una în alta. Înşurubarea se poate face numai folosind o piesă filetată separată G.

O piesă filetată intermediară este necesară şi atunci cînd trebuie înşurubate două ţevi de aceeaşi dimensiune, prevăzute cu acelaşi filet exterior. În acest caz, o mufă filetată G (fig. 2.6.2.32) este înşurubată pînă la refuz pe una din ţevi şi apoi se introduce prin înşurubare a doua ţeavă.

Scanned with OKEN Scanner

Doarece filetul nu poate fi tăiat pînă la faţa de aşezare, trebuie luate măsuri corespunzătoare. O bună aşezare se poate obţine printr-o teşire (fig. 2.6.2.33) sau printr-o adîncire a (fig. 2.6.2.34). Dacă această construcţie nu este posibilă, cepul filetat va căpăta o degajare f. Diametrul g va fi ales cu circa 0,1 mm mai mic decît diametrul interior al filetului (fig. 2.6.2.35). Trebuie avută în vedere în asemenea cazuri reducerea rezistenţei.

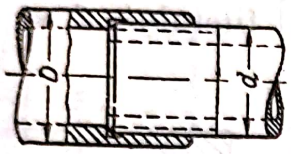


Fig. 2.6.2.29. Îmbinare fără piesă intermediară

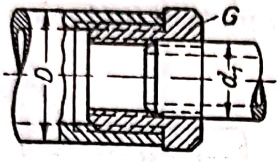


Fig. 2.6.2.30. Îmbinare cu piesă intermediară înşurubată în interior

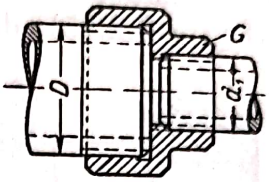


Fig. 2.6.2.31. Îmbinare cu piesă intermediară înşurubată pe exterior

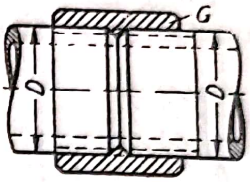


Fig. 2.6.2.32. Îmbinare cu mufă filetată ca piesă intermediară

La dimensiuni mai mici se va prefera din această cauză o degajare rotunjită cu raza R sau r (fig. 2.6.2.36 sau 2.6.2.37). În fig. 2.6.2.37 se arată, în mod special, trecerea de la rotunjirea cu raza r la profilul filetului, printr-o suprafaţă înclinată cu semiunghiul α, micşorîndu-se astfel formarea bavurii la capătul filetului.

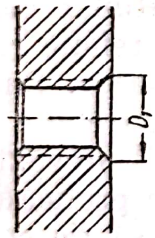


Fig. 2.6.2.33. Teşire conică sau adîncire cilindrică la gaura filetată

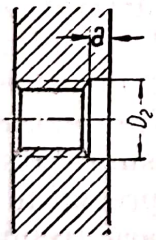


Fig. 2.6.2.34.

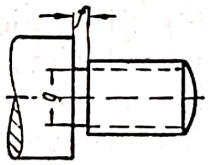


Fig. 2.6.2.35.

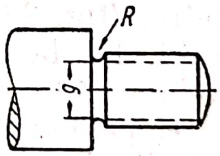


Fig. 2.6.2.36. Degajare cilindrică sau rotunjită la racordarea cepului

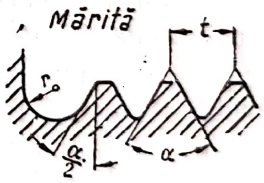


Fig. 2.6.2.37.

La îmbinările prin înşurubare cu piese din lemn, care se desfac mai rar, un cep prevăzut cu filet pentru şuruburi pentru lemn este înşurubat într-o gaură cilindrică a piesei din lemn (fig. 2.6.2.38 şi 2.6.2.39). Diametrul d_1 al găurii este egal cu diametrul interior al filetului, sau $d_1 = 0{,}7\ d$, dacă d este diametrul exterior al filetului. Adîncimea găurii (tabela 2.6.2.5) se alege în funcţie de esenţa lemnului (lemn tare sau lemn moale) şi după poziţia axei găurii în piesa din lemn. Dacă este vorba de găuri în lemnul de capăt, axa găurii merge în direcţia fibrelor lemnului. În toate celelalte cazuri găurile sînt perpendiculare pe direcţia fibrelor.

Dacă îmbinarea prin înşurubare este desfăcută frecvent trebuie introduse în lemn cepuri metalice cu filet pentru metal (fig. 2.6.2.40 şi 2.6.2.41).

Perpendicular pe fibrele lemnului, cepurile metalice pot fi amplasate ca în fig. 2.6.2.40 sau 2.6.2.41. Cepul este înșurubat cu filetul său exterior în gaura deja filetată a piesei din lemn, adăugîndu-se clei. La găurile date

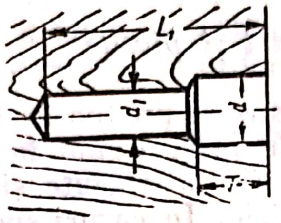


Fig. 2.6.2.38.
Pregăurirea piesei din lemn

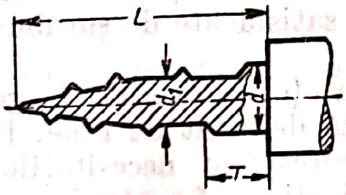


Fig. 2.6.2.39.
Filet pentru șuruburi pentru lemn

Tabela 2.6.2.5

Adîncimea găurilor la piesele din lemn (v. fig. 2.6.2.38 și 2.6.2.39)

Esența lemnului	L_1
Lemn tare — în lungul fibrelor	L
Lemn moale — în lungul fibrelor	0,75 L
Lemn tare — perpendicular pe fibre	0,75 L
Lemn moale — perpendicular pe fibre	0, 5 L

în lungul fibrelor, acest sistem nu poate fi aplicat. De aceea, în asemenea cazuri se alege una din execuțiile arătate în fig. 2.6.2.42—2.6.2.45.

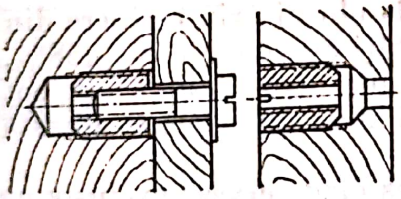


Fig. 2.6.2.40. Fig. 2.6.2.41.
Cepuri filetate înșurubate

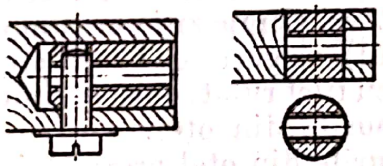


Fig. 2.6.2.42. Fig. 2.6.2.43.
Cepuri filetate introduse în lemn

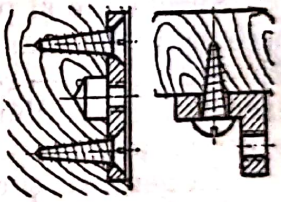


Fig. 2.6.2.44. Fig. 2.6.2.45.
Piese filetate fixate prin înșurubare

2.6.2.6. Îmbinări indirecte

La o îmbinare indirectă prin înșurubare, una din piesele care trebuie îmbinate capătă o gaură de trecere d_1 (fig. 2.6.2.46) prin care se introduce un șurub, prevăzîndu-se un joc corespunzător. În acest fel, făcînd abstracție de joc, prin asigurarea prin formă se împiedică deplasarea laterală a pieselor. În afară de acesta, îmbinarea este asigurată și prin forță datorită presiunii de înșurubare cu care sînt strînse piesele.

Dacă o piesă în formă de coloană trebuie îmbinată prin înșurubare cu o altă piesă care are locul de îmbinare aplatisat, iar grosimea peretelui la locul respectiv nu este destul de mare pentru a primi o gaură filetată, sau dacă coloana ori o piesă asemănătoare trebuie fixată într-o anumită poziție, se poate prevedea o îmbinare indirectă prin șurub cu ajutorul unei *piulițe*. În general, însă, se folosesc îmbinările indirecte prin șuruburi pentru piesele plate. În aceste cazuri, filetul piuliței este prevăzut de obicei în una din

cele două piese, sau ambele piese capătă o gaură de trecere, iar îmbinarea prin şurub se strînge prin piuliţă. Numai în cazuri excepţionale se folosesc şuruburi fără cap, care sînt filetate la ambele capete sau pe toată lungimea, îmbinarea avînd piuliţe la ambele capete (fig. 2.6.2.80 şi 2.6.2.81).

2.6.2.6.1. *Materiale pentru şuruburi şi piuliţe*

Avînd în vedere seriile mari care se produc în domeniul mecanicii fine, alegerea materialelor se va face în primul rînd în funcţie de prelucrabilitate. Pe de altă parte trebuie să fie satisfăcute şi cerinţele cu privire la rezistenţă, execuţie curată şi precizie. În cazuri speciale trebuie respectate şi condiţiile de rezistenţă la coroziune şi conductibilitate electrică. Toate aceste condiţii sînt în general satisfăcute de şuruburile, respectiv piuliţele, din oţel şi alamă.

Şuruburile şi piuliţele din oţel se execută în general prin aşchiere din oţel moale, care se prelucrează deosebit de bine. Dacă celelalte caracteristici ale oţelului moale nu corespund necesităţilor, se pot alege oţeluri carbon de calitate sau oţeluri aliate. La alegerea calităţii oţelului pentru şuruburi cu filet rulat trebuie avut în vedere, în mod deosebit, ca acesta să aibe o rezistenţă uniformă, necesară deformării fără aşchiere, să fie destul de moale, să aibă o suprafaţă netedă şi toleranţele pe diametru să fie cît mai mici posibile.

Şuruburile şi piuliţele din alamă se execută de obicei prin aşchiere din bare trase din alamă tare. Compoziţia acestei calităţi de alamă (Cu — 58%, Pb — 2%, Zn — restul) asigură o bună prelucrare. Din alamă se pot executa bine şuruburi cu filet rulat, dacă se respectă indicaţiile date în această privinţă pentru şuruburile din oţel.

În general, şuruburile din oţel prezintă interes cînd servesc exclusiv ca şuruburi de fixare. Şuruburile din alamă trebuie folosite atunci cînd este necesară o mai bună rezistenţă la coroziune sau o bună conductibilitate electrică. Cu privire la rezistenţa la coroziune, mai trebuie menţionat că alama cu 60% cupru (restul Zn) se comportă chiar mai bine decît alama Am 58.

Pentru destinaţii speciale (de exemplu la aparatele pentru nave, mine etc.) este preferabil să se aleagă ca material pentru şuruburi şi piuliţe metalul Delta, deoarece acesta este mai puţin atacat de apa de mare şi de cea din mine decît oţelul şi nu rămîne decît puţin în urma acestuia în ceace priveşte rezistenţa.

Şuruburi şi piuliţe din materiale stratificate pe bază textilă (de tipul textolitului) se folosesc numai pentru destinaţii speciale, de exemplu în tehnica frecvenţelor înalte.

2.6.2.6.2. *Materialele pieselor*

Atît piesele metalice cît şi cele din materiale izolante şi din lemn se pot îmbina între ele. În lemn se înşurubează şuruburi pentru lemn (şuruburi metalice cu „filet pentru lemn"), după executarea unor locaşuri cilindrice sau ascuţite. În tabela 2.6.2.5 se indică dimensiunile pentru

Scanned with OKEN Scanner

locașurile (fig. 2.6.2.38), care trebuie executată în special la esențele lemnoase tari. La dimensionarea găurii de trecere d_1 se va avea în vedere în primul rînd calitatea materialului și felul execuției. Astfel, de exemplu, la găurile de trecere găurite și ștanțate în metal și materiale izolate se poate prevedea un joc mai mic decît la găurile de trecere din materialele izolante ceramice, care se pot contracta la ardere. În tabela 2.6.2.6 este indicat jocul d_1-d (fig. 2.6.2.46).

Valorile „fin 1" se aplică la piesele metalice; „fin 2" la piesele din materiale de tipul pertinaxului, din materiale stratificate pe bază textilă de

Tabela 2.6.2.6

Jocul în gaura de trecere la îmbinările indirecte prin șuruburi (v. fig. 2.6.2.46), **în mm**

	d	2	2,3	2,6	3	3,5	4	5	6	8	10
d_1-d	Filet fin 1	0,2					0,3		0,4		0,5
	Filet fin 2	0,3			0,5				0,6		1
	Filet mijlociu	0,4	0,5		0,6	0,7	0,8		1	1,5	

tipul textolitului, din ebonită, din lemn și din altele asemănătoare, iar „mijlociu" la piesele din marmoră, porțelan și din altele asemănătoare.

2.6.2.6.3. *Formarea capului șurubului*

Denumirea șurubului, fixată prin norme, este dată de forma capului șurubului. Spre deosebire de construcțiile de mașini, în mecanica fină se folosesc în special șuruburi cu cap crestat, în locul șuruburilor cu cap hexagonal sau pătrat, deoarece ele pot fi deservite mai ușor și sînt și mai ieftine ca execuție. La șuruburile cu cap crestat se face deosebirea între cele cu fața de așezare plană și cele cu fața de așezare conică.

Forma cea mai uzuală de șuruburi cu fața de așezare a corpului plană este cea a șuruburilor cu cap cilindric (fig. 2.6.2.46—2.6.2.48). Capul cilindric asigură cea mai bună prindere pentru șurubelniță, avînd și o mare rezistență și este prevăzut de aceea totdeauna acolo unde nu trebuie aleasă din motive speciale o altă formă de cap.

Capetele cilindrice înecate (fig. 2.6.2.47 și 2.6.2.48) necesită un joc suficient între diametrul D al capului (fig. 2.6.2.46) și diametrul D_1 al adînciturii. Cînd materialul are o grosime suficientă, iar suprafața A este folosită ca față de așezare, capul trebuie să fie adîncit cu mărimea f (pînă la 0,2 mm) (fig. 2.6.2.47). O adîncime mai mică se poate folosi atunci cînd capul poate ieși în afară cu mărimea f. La îmbinările exterioare poate fi folosit, în asemenea cazuri, un șurub cu cap cilindric cu marginile rotunjite cu raza r (fig. 2.6.2.48).

Capul semirotund (fig. 2.6.2.49) se alege uneori pentru piese exterioare, atunci cînd trebuie evitate muchiile ascuțite ieșite în afară. La aparatele electrice se preferă această formă de cap celei cilindrice, pentru înșurubarea

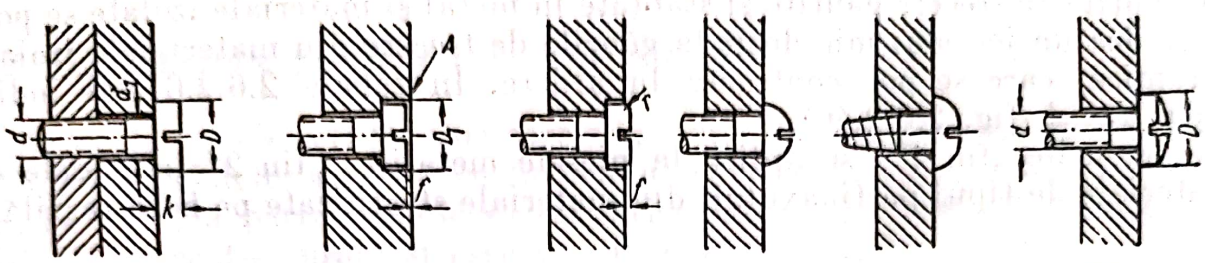


Fig. 2.6.2.46. Fig. 2.6.2.47. Fig. 2.6.2.48. Fig. 2.6.2.49. Fig. 2.6.2.50. Fig. 2.6.2.51.

Îmbinări prin șuruburi cu cap cilindric — Îmbinări prin șuruburi cu cap semirotund — Îmbinări prin șuruburi cu cap cilindric bombat

pieselor izolante, dacă în apropiere se găsesc piese străbătute de curent și dacă se cere mărirea distanței de fugă. La șuruburile pentru lemn, capul semirotund (fig. 2.6.2.50) are o formă oarecum diferită.

Capul cilindric bombat are, în comparație cu capul cilindric și cel semirotund, un diametru mai mare și o înălțime mai mare (fig. 2.6.2.51). El este folosit în mod special ca șurub de strîngere pentru racordurile electrice și pentru șuruburile amplasate pe suprafețe exterioare, cînd se cere un aspect estetic deosebit.

Șuruburi cu cap hexagonal și cu cap pătrat se folosesc atunci cînd capul nu este accesibil pentru strîngerea sau desfacerea cu ajutorul șurubelniței. Șuruburile cu cap găurit în cruce se folosesc de obicei ca șuruburi de reglaj, și atunci cînd șuruburile trebuie plombate (fig. 2.6.2.1.31). Șuruburile cu cap striat și șuruburile cu cap fluture sînt utilizate cînd strîngerea și desfacerea trebuie să se facă fără scule.

Așezarea capului șurubului trebuie să se facă în toate cazurile perpendicular pe gaura de trecere. În caz de nevoie se vor prevedea suprafețe pre-

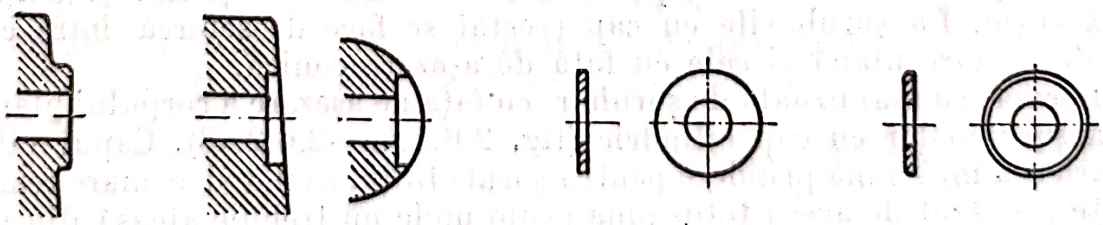


Fig. 2.6.2.52. Bosaj — Fig. 2.6.2.53. Adînciturî — Fig. 2.6.2.54. — Fig. 2.6.2.55. Șaibă fără teșire — Fig. 2.6.2.56. Șaibă cu teșire

lucrate în mod corespunzător (fig. 2.6.2.52) sau adînciri (fig. 2.6.2.53 și 2.6.2.54).

Șaibele plane din tablă de oțel moale, alamă sau aluminiu, pentru îmbinările prin șuruburi cu capul așezat plan, sînt necesare atunci cînd prin strîngerea șurubului se poate produce zgîrierea suprafeței pieselor cu suprafață sensibilă, sau dacă suprafața de așezare trebuie mărită, de exemplu la

piesele din materiale izolante, la care capul s-ar imprima la strîngerea, sau la piesele metalice cu gaura de trecere prea mare sau nerotundă. Şaiba fără teşire (fig. 2.6.2.55) este cea mai frecvent utilizată. O şaibă cu teşire executată prin strunjire sau prin presare (fig. 2.6.2.56) se preferă numai dacă se pune preţ deosebit pe aspect. La înşurubarea pieselor ceramice se folosesc deseori şaibe fără teşire din plumb, cupru sau preşpan, pentru a evita crăparea pieselor la strîngere (fig. 2.6.2.73).

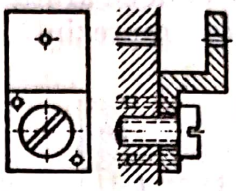


Fig. 2.6.2.57. Îmbinare cu un şurub

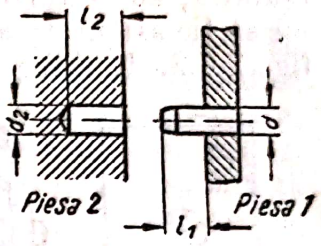


Fig. 2.6.2.58. Ştift cilindric de centrare

Fig. 2.6.2.59.

O asigurare a poziţiei pieselor la îmbinările prin şuruburi al căror cap are faţa de aşezare plană este necesară atunci cînd, la desfacerea şi refacerea repetată a îmbinării, trebuie realizată totdeauna aceeaşi poziţie reciprocă a pieselor. O deplasare este posibilă datorită jocului dintre diametrul d al tijei şurubului şi diametrul d_1 al găurii de trecere (fig. 2.6.2.46). Dacă pentru îmbinare se foloseşte un sigur şurub, trebuie prevăzută o asigurare împotriva răsucirii în jurul tijei şurubului.

O asigurare perfectă se obţine prin folosirea unor ştifturi cilindrice de centrare (fig. 2.6.2.57). Cele două ştifturi de centrare asigură pe de o parte, piesele împotriva unei deplasări sau răsuciri reciproce şi, pe de altă parte, evită producerea solicitărilor laterale asupra şurubului. Ştifturile de centrare sînt îmbinate fără joc cu una din piese (1) (fig. 2.6.2.59), în timp ce pot fi introduse în cealaltă cu un mic joc (fig. 2.6.2.58). Distanţa dintre cele două ştifturi trebuie să fie cît mai mare, deoarece odată cu creşterea acestei distanţe creşte şi precizia centrării. Din această cauză, la piesele dreptunghiulare ştifturile se amplasează pe cît posibil în două colţuri diagonal opuse (fig. 2.6.2.57). Tabela 2.6.2.7 cuprinde cele mai importante valori ale dimensiunilor pentru ştifturile de centrare şi pentru găurile corespunzătoare (fig. 2.6.2.58 şi 2.6.2.59). O condiţie pentru buna păsuire este ca distanţa dintre cele două ştifturi să fie tot atît de mare ca şi cea dintre găuri. În unele cazuri, ştifturile pot fi înlocuite printr-o formă corespunzătoare dată pieselor care trebuie îmbinate prin înşurubare. Acest lucru este

Tabela 2.6.2.7

Dimensiuni pentru găurile şi ştifturile de centrare (v. fig. 2.6.2.58 şi 2.6.2.59), **în mm**

d / d_2		0,8 / 0,85	1 / 1,05	1,5 / 1,55	2 / 2,1	2,5 / 2,6	3 / 3,1	4 / 4,2	5 / 5,2	6 / 6,2
Piesa 2 din metal	1	1,2	1,5	2,3	3	3,8	4,5	6	7,5	9
	2	1,6	2	3	4	5	6	8	10	12
Piesa 2 din material izolant	1	2	2,5	3,8	5	6,3	7,5	10	12,5	15
	2	2,4	3	4,5	6	7,5	9	12	15	18

posibil, de exemplu, la piesele turnate sub presiune sau la cele executate prin presare. De asemenea, la piesele ştanţate se pot executa printr-o deformare specială mici ieşituri în formă de ştift şi, în acelaşi timp, pe partea cealaltă, adînciturile corespunzătoare, aşa încît centrarea reciprocă a pieselor să fie asigurată aşa cum se arată în fig. 2.6.2.60. După cum se vede din fig. 2.6.2.61, deformarea reprezintă oarecum o perforare întreruptă. Poan-

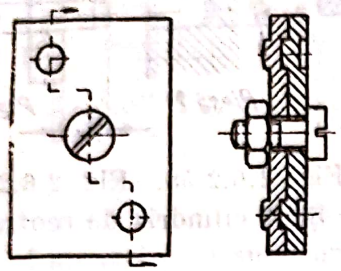


Fig. 2.6.2.60. Îmbinare cu şurub şi piuliţă

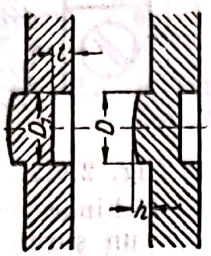


Fig. 2.6.2.61. Forma umerilor şi a adîncirilor de centrare

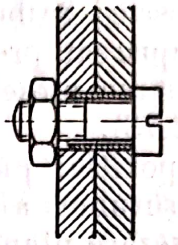


Fig. 2.6.2.62. Îmbinări prin şuruburi cu bucşe de centrare elastice

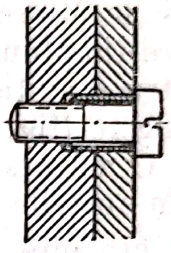


Fig. 2.6.2.63.

sonul rotund de perforare avînd diametrul D_1 este din nou retras după ce s-a imprimat pe adîncimea t. Diametrul D_1 trebuie să fie atît de mare, încît între D_1 şi D să se realizeze un ajustaj cu joc. Înălţimea h a umărului este ceva mai mică decît adîncimea t a găurii, aşa încît cele două piese se pot aşeza bine una pe alta la îmbinare.

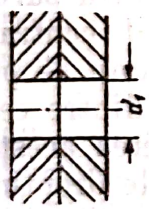


Fig. 2.6.2.64. Piese pentru îmbinare

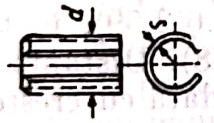


Fig. 2.6.2.65. Bucşă de centrare elastică înainte de presare

În fig. 2.6.2.62 şi 2.6.2.63 sînt reprezentate bucşe de centrare elastice care înlocuiesc ştifturile de centrare. Asemenea bucşe de centrare prezintă avantajul că nu mai este necesară executarea unor găuri separate pentru ştifturi. Bucşele de centrare se montează în felul următor: după darea găurii cu diametrul d_1 se presează bucşa de centrare cu diametrul d (fig. 2.6.2.65) în cele două piese care trebuie îmbinate prin înşurubare (fig. 2.6.2.64). Dacă una din piese are gaura prevăzută cu filet interior, gaura filetată trebuie lărgită la diametrul d_1, (fig. 2.6.2.63) pînă la o adîncime corespunzătoare (fig. 2.6.2.64), pentru a se putea presa în ea bucşa de centrare.

Tabela 2.6.2.8

Asigurarea poziţiei prin bucşe de centrare elastice (v. fig. 2.6.2.64 şi 2.6.2.65), **în mm**

d	2,8	3,3	3,8	4,8	5,4	6,4	6,9	7,5	8,5
S	10,25	0,3	0,35	0,5		0,75			
d_1	2,5	3	3,5	4,5	5	6	6,5	7	8
	+0,15 −0,05				+0, 2 +0,05	+0,25 −0,05			+0, 3 −0,05

În tabela 2.6.2.8. sînt indicate valorile diametrele lor d_1 care trebuie alese pentru găuri. Asemenea bucşe de centrare sînt astfel dimensionate încît diametrul interior al bucşei presate corespunde cu diametrul găurii de trecere a şurubului folosit în cazul respectiv.

Asigurarea împotriva răsucirii la îmbinările cu un singur şurub. În vederea ieftinirii sau din cauza lipsei de spaţiu se încearcă să se împiedice răsucirea pieselor, prin adoptarea unor măsuri speciale. În acest scop se poate, de exemplu, aşeza o piesă cu una din laturi pe pragul celeilalte piese (fig. 2.6.2.66) sau se poate introduce una din piese într-un canal tăiat în cealaltă piesă (fig. 2.6.2.67). Cea de a doua soluţie constructivă este de preferat, deoarece în primul caz se poate produce uşor o deplasare a pieselor în cazul unei execuţii neprecise a acestora, sau din cauza jocului şurubului în gaura de trecere din piesa din tablă. La piesele ştanţate se pot prevedea şi urechi, care fie că se reazemă pe o muchie (fig. 2.6.2.68), fie că intră într-o gaură

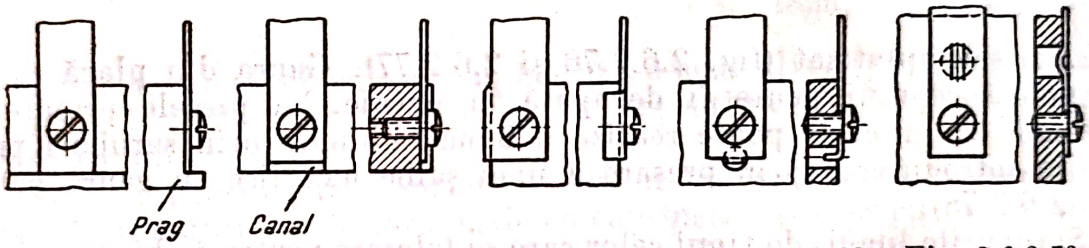


Fig. 2.6.2.66. Fig. 2.6.2.67. Fig. 2.6.2.68. Fig. 2.6.2.69. Fig. 2.6.2.70.
Asigurări împotriva răsucirii la îmbinările cu un singur şurub

(fig. 2.6.2.69). În locul unei urechi se poate realiza prin crestare o punte de material, care să intre într-o gaură (fig. 2.6.2.70).

În electrotehnică se pune uneori problema fixării arcurilor lamelare sau a clemelor plate din alamă pe o placă izolantă cu ajutorul unui singur şurub, pentru a face economie de spaţiu sau pentru a ieftini construcţia. Asigurarea împotriva răsucirii se realizează prin urechi îndoite (fig. 2.6.2.71)

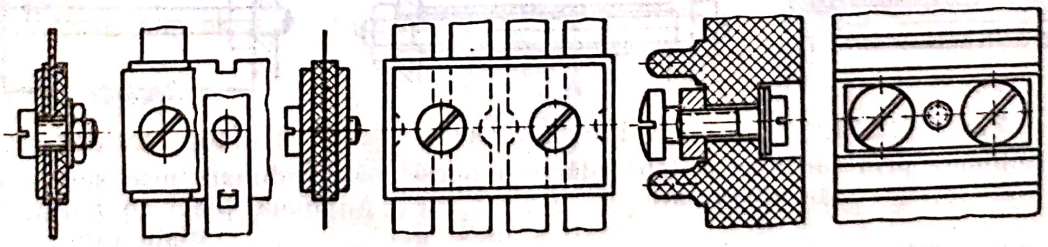


Fig. 2.6.2.71. Fig. 2.6.2.72. Fig. 2.6.2.73.
Fixarea pieselor metalice pe piese din materiale izolante, cu siguranţe speciale împotriva răsucirii

sau prin vîrfuri presate (fig. 2.6.2.72), care intră sau se imprimă într-o placă, executată de exemplu din pertinax, în timp ce piesele din alamă se introduc în canale, de exemplu ale unei piese din porţelan sau steatit (fig. 2.6.2.73). La construcţia din fig. 2.6.2.74 se poate elimina fiecare al doilea şurub, fără ca rezistenţa îmbinării să sufere.

Cepuri păsuite la înşurubarea coloanelor sau a altor piese asemănătoare. Cînd o coloană trebuie îmbinată prin înşurubare cu o placă şi trebuie asigurată poziţia reciprocă a pieselor, aceasta se prevede cu un cap strunjit, care să fie păsuit în gaură. Dacă răsucirea coloanei nu trebuie împiedicată, se alege de preferinţă o execuţie ca cea din fig. 2.6.2.74. Dacă însă trebuie împiedicată răsucirea coloanei, cepul poate fi executat prismatic (fig.

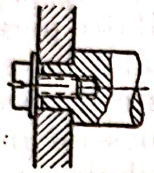


Fig. 2.6.2.74.

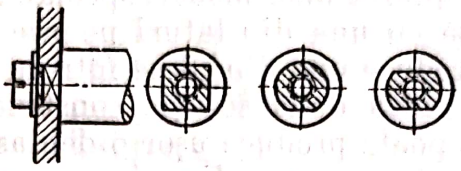


Fig. 2.6.2.75.

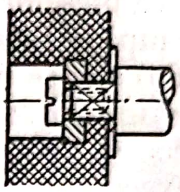


Fig. 2.6.2.76. Fig. 2.6.2.77. Fig. 2.6.2.78.

Îmbinări prin înşurubare de coloane cu cepuri păsuite, cu şi fără asigurare împotriva răsucirii

2.6.2.75) sau aplatisat (fig. 2.6.2.76 şi 2.6.2.77). Gaura din placă care să corespundă cepului poate fi decupată la nevoie. La piesele presate din materiale izolante, se poate realiza o bună îmbinare prin şuruburi procedînd la introducerea prin presare a unei şaibe metalice cu gaură pătrată (fig. 2.6.2.78).

Şuruburile lungi, de tipul celor care se folosesc pentru îmbinarea a două plăci care trebuie să aibe între ele o distanţă mai mare (fig. 2.6.2.79), prezintă dezavantajul că se poate produce cu uşurinţă o răsucire. Din această cauză, şurubul este mai bine înlocuit printr-un bolţ filetat (fig. 2.6.2.80), folosindu-se două piuliţe hexagonale. Dacă distanţa dintre plăci trebuie să fie reglabilă, se poate adopta soluţia din fig. 2.6.2.81.

Şuruburile cu cap îngropat de formă conică se folosesc de obicei ca şuruburi înecate; acestea prezintă faţă de şuruburile cu cap cilindric înecat

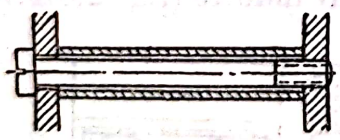


Fig. 2.6.2.79.

Îmbinare prin şuruburi a două plăci cu bucşe de distanţare

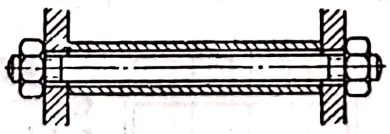


Fig. 2.6.2.80.

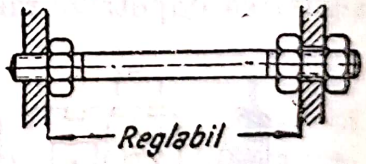


Fig. 2.6.2.81.

Îmbinare prin şuruburi a două plăci cu bolţuri de distanţare

(fig. 2.6.2.47 sau 2.6.2.48), avantajul unei adîncimi mai mici de pătrundere în piesă. În afară de aceasta, prin efectul de împănare care se produce la strîngere se realizează o asigurare mărită împotriva desfacerii şurubului.

În general se foloseşte şurubul cu cap înecat (fig. 2.6.2.82); şuruburile cu cap semi înecat (fig. 2.6.2.83) se aleg atunci cînd se cere un aspect mai frumos. Din motive de execuţie, capul are o îngustă porţiune cilindrică. Trebuie avut însă în vedere că şurubul iese în afară cu înălţimea bombării. Pentru îmbinările prin şuruburi ale pieselor din lemn se folosesc în condiţii

asemănătoare șuruburi pentru lemn cu cap înecat (fig. 2.6.2.85) și șuruburi pentru lemn cu cap semiînecat (fig. 2.6.2.86). Un dezavantaj îl prezintă faptul că la capul șurubului lipsește porțiunea cilindrică, așa încît trebuie adaptate toleranțe mai mari pentru diametrul capului. Unghiul conului format de capul șurubului este de 90°, ca și la tipurile de șuruburi menționate anterior. La șuruburile cu cap înecat s-a normalizat pentru dimensiunile mai mari de filet (începînd de la M 22, respectiv de la $^7/_8''$) ur con de 60° pentru capul șurubului.

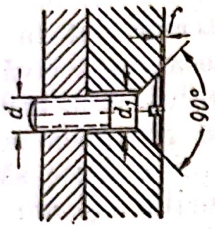


Fig. 2.6.2.82. Șurub cu cap înecat

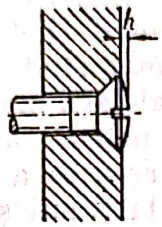


Fig. 2.6.2.83. Șurub cu cap semiînecat

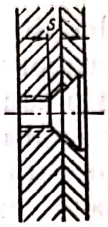


Fig. 2.6.2.84. Locaș conic

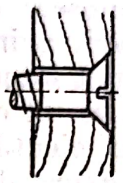


Fig. 2.6.2.85. Șurub cu cap înecat pentru lemn

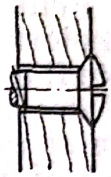


Fig. 2.6.2.86. Șurub cu cap semiînecat pentru lemn

Locașul pentru capul șurubului trebuie să aibă aceeași conicitate ca și capul șurubului, iar la șuruburile cu cap înecat și cele cu cap semiînecat trebuie să mai aibe la partea superioară și o adîncire cilindrică f (fig. 2.6.2.82 și 2.6.2.83). Grosimea tablei trebuie să fie destul de mare, pentru a putea cuprinde locașul conic pentru capul șurubului numai în piesa prevăzută cu gaură de trecere. Construcții ca cea reprezentată în (fig. 2.6.2.84 trebuie pe cît posibil evitate. Pentru a mări momentul de desfacere a înșurubării, în cazuri excepționale, unghiul conului poate fi redus pînă la valoarea minimă de 30°. Asemenea șuruburi nu sînt standardizate.

La materialele moi trebuie prevăzute piese intermediare metalice în care să se reazeme capul șurubului și care să fie prevăzute cu locașul conic corespunzător, mai ales atunci cînd îmbinarea este desfăcută în mod frecvent, pentru a evita imprimarea capului șurubului în materialul moale. Placa intermediară arătată în fig. 2.6.2.87 ajunge pînă la suprafața piesei. De aceea adîncimea de prelucrare a piesei și grosimea plăcii metalice trebuie executate cu toleranțe foarte strînse. Din acest punct de vedere sînt mai avantajoase soluțiile din fig. 2.6.2.88 și 2.6.2. 89, cu piese intermediare care ies în afară.

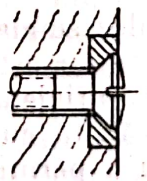


Fig. 2.6.2.87.

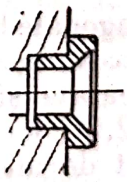


Fig. 2.6.2.88.

Fig. 2.6.2.89.

Piese intermediare metalice pentru capul conic al șurubului la piesele din materiale moi

La o îmbinare prin șuruburi cu cap înecat, poziția reciprocă a pieselor este asigurată prin formă, datorită suprafețelor conice, după strîngerea șuruburilor. Dacă piesele trebuie desfăcute în mod repetat și trebuie să reia totdeauna aceeași poziție reciprocă, se va prefera folosirea șuruburilor cu

cap cilindric cu o asigurare deosebită a poziției, deoarece această condiție nu poate fi permanent satisfăcută la șuruburile cu cap înecat din cauza nepreciziilor de execuție.

2.6.2.6.4. *Forma piuliților*

Piulițele se folosesc ca înlocuitor pentru filetul interior dat în una din piesele îmbinării prin înșurubare atunci cînd în piesa respectivă nu poate fi prevăzut filet interior, din cauza calității materialului, cînd trebuie introdus prin păsuire un cep cu suprafața netedă sau cînd grosimea materialului nu este suficientă. Suprafața de așezare a piuliței trebuie să fie perpendiculară pe gaura de trecere, ca și la capul șuruburilor; și aci sînt valabile aceleași îndrumări cu privire la folosirea șaibelor.

La alegerea formei piuliței se va prefera pe cît posibil o piuliță standardizată, pentru a reduce costul execuției.

La piulițele hexagonale, înălțimea h a piuliței (fig. 2.6.2.90) este standardizată. Piulițele hexagonale înalte sînt piulițe prelucrate, care sînt standardizate pentru o înălțime egală cu 0,8 d, în care d este diametrul exterior al filetului. Piulițele hexagonale poartă teșituri la ambele capete.

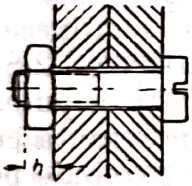


Fig. 2.6.2.90. Piulițe hexagonale

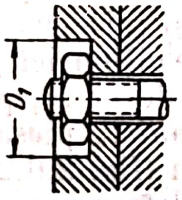


Fig. 2.6.2.91.

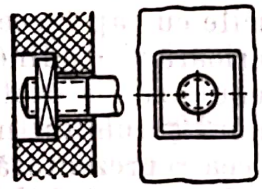


Fig. 2.6.2.92. Piuliță pătrată

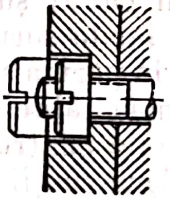


Fig. 2.6.2.93. Piuliță crestată

Fig. 2.6.2.94. Piuliță cu două găuri frontale

Fig. 2.6.2.95. Piuliță cu găuri radiale

Piulițele hexagonale brute se folosesc mai rar în mecanica fină. Piulițele hexagonale sînt joase dacă înălțimea lor este egală cu 0,5 d. Piulițele decupate au uneori bătaie și nu sînt suficient de plane. Piulița hexagonală înecată (fig. 2.6.2.91) trebuie prevăzută cu o adîncire corespunzătoare, de diametru suficient de mare pentru a permite folosirea unei chei tubulare. Piulițele înfundate au găuri filetate înfundate. Un aspect frumos al piuliței strînse se obține printr-o bombare a capătului șurubului.

Piulițele pătrate joase (prelucrate) se preferă piulițelor hexagonale joase atunci cînd într-o piesă poate fi executată o adîncire care să dea o asigurare prin formă, astfel încît la înșurubarea șurubului, piulița să fie asigurată împotriva rotirii (fig. 2.6.2.92). La piese corespunzător de groase se pot prevedea în unele cazuri găuri pătrate transversale. Din motive de execuție, asemenea soluții se adoptă numai la prelucrarea fără așchiere, de exemplu la piesele din steatit, porțelan ștanțat, materiale izolante presate și altele asemănătoare. În mecanica fină se folosesc mai rar piulițe pătrate brute.

Piuliţele rotunde cu crestătură au cele mai mici diametre exterioare dintre toate piuliţele standardizate şi se folosesc de aceea mai ales acolo unde nu este spaţiu. Pentru strîngerea şi desfacerea piuliţei (fig. 2.6.2.93) este necesară în orice caz o şurubelniţă specială. Dacă piuliţa crestată trebuie manevrată cu o şurubelniţă obişnuită, înălţimea piuliţei trebuie să fie dimensionată, ca în cazul trasajului subţire din fig. 2.6.2.93, astfel încît bolţul să fie retras cu adîncimea crestăturii. Asemenea piuliţe nu sînt standardizate.

Piuliţele cu două găuri frontale, cu găuri radiale şi cu caneluri, au o mare suprafaţă de aşezare, datorită diametrului lor exterior mare (egal cu dublul diametrului exterior al filetului). Strîngerea şi desfacerea acestor piuliţe se pot face numai cu scule speciale; la piuliţele cu două găuri frontale (fig. 2.6.2.94) strîngerea şi desfacerea se pot face numai în cazul accesului din direcţie axială, iar piuliţele cu găuri radiale numai în cazul accesului din direcţie radială.

Piuliţele fluture şi piuliţele striate se folosesc atunci cînd strîngerea sau reglarea lor trebuie să se facă cu mîna liberă, fără scule. Piuliţele fluture (fig. 2.6.2.141) au un cost de fabricaţie relativ ridicat. Ele se vor folosi de aceea numai în cazul cînd momentul de răsucire, care se poate obţine cu o piuliţă striată (fig. 2.6.2.142 — 2.6.2.145) nu este suficient.

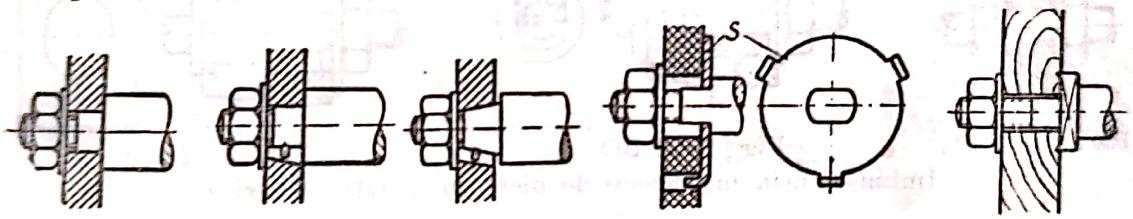


Fig. 2.6.2.96. Fig. 2.6.2.97. Fig. 2.6.2.98. Fig. 2.6.2.99. Fig. 2.6.2.100.
Îmbinări de coloane cu plăci prin înşurubare cu piuliţe fără şi cu asigurare împotriva răsucirii

Exemple de folosire. În fig. 2.6.2.96 este reprezentată îmbinarea prin înşurubare a unei coloane prevăzute cu un cep cilindric cu o placă, cu ajutorul unei piuliţe. Pentru a preveni o răsucire, cepul poate fi prevăzut cu un ştift transversal care să intre într-un canal (fig. 2.6.2.97). Dacă se cere şi asigurarea unei poziţii fără joc a coloanei, cepul trebuie să aibă o formă conică şi să intre într-o gaură conică corespunzătoare (fig. 2.6.2.98). În acest caz este de la sine înţeles că umărul de la terminarea cepului conic nu trebuie să se reazeme pe placă. Pe de altă parte, prin suprafeţele conice se obţine un efect de împănare care ridică mult asigurarea prin forţă.

Dacă o coloană trebuie fixată cu asigurare împotriva rotirii într-o placă din material relativ moale, de exemplu material izolant, se recomandă folosirea unei şaibe intermediare *S* din metal (fig. 2.6.2.99), în care umărul nu se poate imprima atît de uşor. În acelaşi scop poate fi prevăzut şi un guler pe corpul coloanei, gulerul avînd o asemenea formă încît să aibă acelaşi efect ca şi şaiba intermediară *S*. Astfel, de exemplu, în fig. 2.6.2.100 este arătată fixarea unui bolţ într-o placă din lemn, bolţul avînd un guler-

pătrat care este astfel strunjit încît la cele patru colțuri să se formeze vîrfuri care se imprimă în lemn.

În fig. 2.6.2.101 este arătată trecerea izolată a unui bolț străbătut de curent printr-o placă de tablă. Trebuie avut în vedere ca țeava mică, executată de obicei din material izolant casant, să aibă un joc longitudinal în stare strînsă, pentru ca să nu crape la strîngerea piuliților.

La tensiuni electrice mai ridicate sau la exigențe mai mari privind calitatea izolației, cum sînt cele impuse aparatelor de măsurat, este mai favorabilă folosirea bucșelor presate din materiale izolante, cum sînt cele folosite pentru clemele de racordare arătate în fig. 2.6.2.102 și 2.6.2.103. În ambele cazuri, bolțul este filetat pe partea dreaptă (partea de racordare) pentru înșurubarea pe el a unei piulițe striate acoperită prin presare cu material izolant (fig. 2.6.2.146 și 2.6.2.147), care nu este reprezentată în figură și care servește pentru prinderea sub ea a unui conductor sau a unui papuc de cablu. La execuția reprezentată în fig. 2.6.2.102, pe bolț se presează o bucșă metalică prevăzută cu un guler de așezare, avînd două fețe frezate, și care este blocată pe bolț prin imprimarea materialului într-o mică gaură

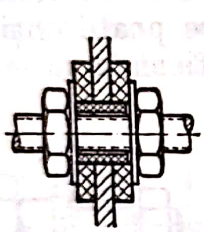


Fig. 2.6.2.101.

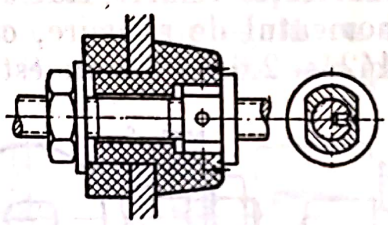


Fig. 2.6.2.102.

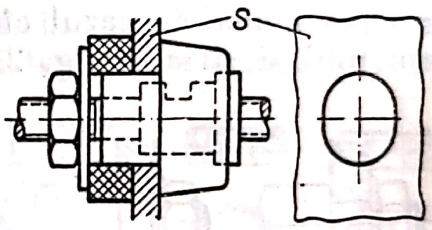


Fig. 2.6.2.103.

Îmbinări prin înșurubare de piese cu izolație electrică

a bolțului, așa încît bucșa să nu se poată răsuci sau deplasa. Bolțul, asamblat astfel cu bucșa, este introdus într-o bucșă din material izolant presat, bucșa metalică intrînd cu suprafețele sale frezate într-un locaș corespunzător al bucșei din material izolant, ceea ce asigură bolțul împotriva răsucirii. Izolarea în direcție axială față de șaiba metalică a piuliței hexagonale se realizează printr-un inel din material izolant, care este astfel dimensionat, încît este asigurată distanța de fugă necesară. Corpul bucșei din material izolant are pe o anumită porțiune o secțiune ovală și intră într-o gaură de formă ovală corespunzătoare a plăcii metalice *S* (fig. 2.6.2.103). Execuția arătată în fig. 2.6.2.103 se deosebește de cea descrisă numai prin aceea că bolțul este fixat prin presare în bucșa din material izolant presat.

2.6.2.7. Asigurarea împotriva autodesfacerii

La îmbinările prin șuruburi există o strîngere axială, prin care se realizează o oarecare rezistență împotriva tendinței de desfacere de la sine datorită forțelor care apar în timpul funcționării sau datorită vibrațiilor. Această asigurare este suficientă în cele mai multe cazuri. Pentru a se putea realiza strîngerea menționată, este necesar ca materialul să aibă o anumită elasticitate. Dacă însă forțele care apar în timpul funcționării, vibrațiile și șocurile sînt deosebit de mari, dacă slăbirea îmbinării ar avea urmări foarte grave,

dacă materialul este practic lipsit de elasticitate, cum este cazul la sticlă, porțelan sau steatit, sau dacă arcuirea proprie cedează cu timpul, ca la zinc, lemn umed sau la anumite materiale izolante, trebuie luate măsuri speciale de asigurare.

Măsurile speciale constau fie în mărirea momentului de desfacere prin asigurarea prin forță în direcție axială, fie în împiedicarea desfacerii îmbinării de înșurubare prin realizarea unei asigurări prin formă sau a unei asigurări prin material. Din acest punct de vedere există asigurări prin forță, prin formă și prin material.

2.6.2.7.1. *Asigurarea prin forță*

Mărirea momentului de desfacere poate fi realizată prin folosirea unei piulițe crenelate, a unei contrapiulițe sau prin șaibe de siguranță. În fig. 2.6.2.104 și 2.6.2.105 sînt reprezentate asigurări prin contrapiulițe.

Dacă se prevede o contrapiuliță pentru o îmbinare cu șurub și piuliță, pentru piulița inferioară (fig. 2.6.2.105) este suficientă o înălțime mai mică, deoarece contrapiulița asigură o descărcare.

Șaibele elastice executate din tablă de oțel și călite, așezate sub capul plat al șurubului (fig. 2.6.2.106) sau al piuliței, dau la strîngerea șuruburilor, respectiv a piulițelor, o asigurare axială suplimentară prin forță,

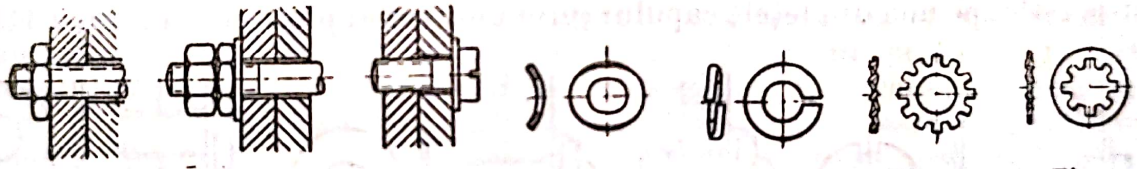


Fig. 2.6.2.104. Contrapiuliță

Fig. 2.6.2.105.

Fig. 2.6.2.106. Șaibă de siguranță

Fig. 2.6.2.107. Șaibă elastică

Fig. 2.6.2.108. Inel de siguranță

Fig. 2.6.2.109. Șaibă elastică cu dinți exteriori

Fig. 2.6.2.110. Șaibă elastică cu dinți interiori

care mărește momentul de desfacere al șurubului, ceea ce opune o rezistență împotriva tendinței de autodesfacere a îmbinării prin forțele care apar în timpul funcționării sau prin vibrații și șocuri. De regulă este suficientă o șaibă curbată (fig. 2.6.2.107), care se îndreaptă la strîngerea șurubului (fig. 2.6.2.106). Mai mult efect au inelele de siguranță (Grower). Se folosesc în general „inele de siguranță cu capetele răsfrînte“ (fig. 2.6.2.108), la care asigurarea este dată de îngroparea muchiilor ascuțite, răsfrînte în sus, de la capetele inelului spintecat. La desfacerea repetată a îmbinării prin șurub, un dezavantaj îl prezintă formarea de așchii, așa încît în mecanica fină se folosesc în general inele de siguranță netede. Acestea se deosebesc de inelele de siguranță cu marginile răsfrînte (fig. 2.6.2.108) prin aceea că nu au capetele răsfrînte în afară, așa încît ele la strîngere devin plane și nu formează așchii la desfaceri repetate. Trebuie observat ca inelul de siguranță să fie comprimat prin capul șurubului numai atît, încît la capete să rămînă o fantă, deoarece în caz contrar capetele se înțepenesc unul în altul și inelul de siguranță se transformă într-o șaibă plană. Șaibele elastice cu dinți (fig. 2.6.2.109 și 2.6.2.110) se folosesc mai ales în cazul cînd,

pe lîngă mărirea momentului de desfacere al îmbinării prin şurub, trebuie realizat şi un bun contact metalic prin dinţii care se imprimă, de exemplu la carcasele lăcuite care trebuie puse la pămînt sau la racordurile electrice prin şuruburi, dacă suprafeţele clemelor sînt executate din aluminiu. Acest contact metalic este necesar pentru punerea la pămînt a aparatelor electrice. Acestea sînt îmbinări prin şuruburi, care se desfac rar, deoarece în caz contrar dinţii şaibelor duc la formarea de aşchii.

2.6.2.7.2. *Asigurarea prin formă*

O îmbinare cu şurub poate fi asigurată prin formă folosind diferite şaibe de formă specială (şaibe de siguranţă), care sînt deformate astfel, încît să se aşeze pe de o parte pe capul şurubului sau pe piuliţă, iar pe de altă parte pe piesă, asigurînd prin formă imposibilitatea răsucirii reciproce. Dar chiar şi fără folosirea unei şaibe speciale se poate realiza o deformare corespunzătoare, direct între şurub şi piesă.

Şaibele cu urechi îndoite se folosesc la îmbinările cu şuruburi cu cap hexagonal sau cu piuliţe hexagonale atunci cînd folosirea unei şaibe elastice nu este suficientă.

Asigurarea prin formă se realizează după strîngerea şuruburilor de îmbinare, prin îndoirea în sus a capătului şaibei care iese în afară, rezemîndu-se astfel pe una din feţele capului şurubului sau al piuliţei (fig. 2.6.2.111,

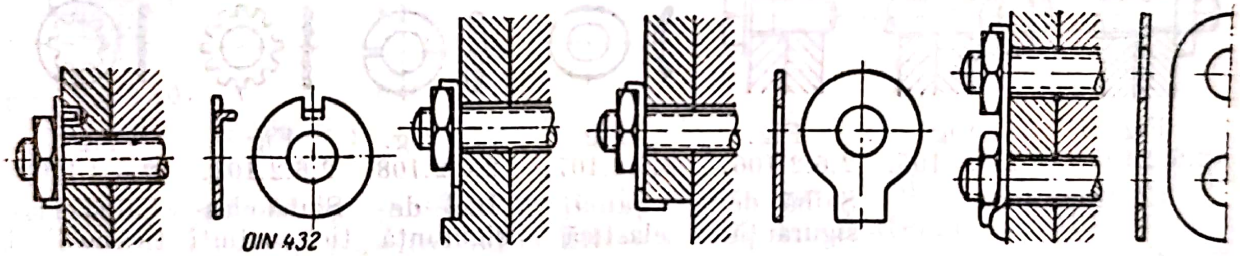


Fig. 2.6.2.111. Fig. 2.6.2.112. Fig. 2.6.2.113. Fig. 2.6.2.114. Fig. 2.6.2.115. Fig. 2.6.2.116. Fig. 2.6.2.117.

Asigurarea piuliţelor prin şaibe cu urechi îndoite

2.6.2.113, 2.6.2.114 şi 2.6.2.116). Şaibele trebuie să fie asigurate împotriva rotirii pe piesa care se fixează prin şuruburi. În fig. 2.6.2.111 aceasta se realizează printr-o ureche care intră într-o gaură (fig.2.6.2.112). La execuţia reprezentată în fig. 2.6.2.113, şaiba se reazemă pe un prag al piesei (fig. 2.6.2.115). Dacă se găseşte în apropiere o muchie a piesei care se strînge cu şurub, capătul care iese în afară al şaibei poate fi îndoit în jos (fig. 2.6.2.114). Dacă două piuliţe sînt aşezate una în apropierea celeilalte, se poate prevedea o asigurare ca în fig. 2.6.2.116, printr-o tablă comună de siguranţă (fig. 2.6.2.117).

La asigurările prin formă pentru piuliţe, descrise anterior, se consideră că şurubul nu se poate roti faţă de piesă, deoarece în caz contrar s-ar produce o slăbire a îmbinării.

Acelaşi fenomen s-ar putea produce dacă materialul pieselor care se îmbină poate ceda. De această posibilitate trebuie ţinut seama îndeosebi

atunci cînd îmbinarea prin șurub trebuie să realizeze un contact electric. În fig. 2.6.2.118 este arătată îmbinarea unui conductor de alimentare cu un bolț de contact a unei rezistențe cu pîrghie: asigurarea este independentă de fixarea bolțului și ea nu poate fi influențată de contracția plăcii din

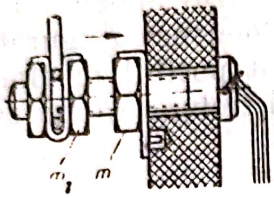


Fig. 2.6.2.118.

Asigurarea îmbinării prin șurub la un bolț de contact

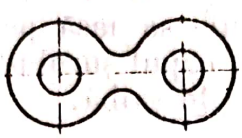


Fig. 2.6.2.119.

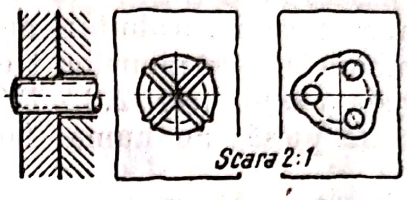


Fig. 2.6.2.120. Fig. 2.6.2.121.

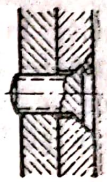


Fig. 2.6.2.122.

Asigurarea șuruburilor prin crestare cu dalta sau cu punctatorul

material izolant, ceea ce are o deosebită importanță pentru asigurarea trecerii curentului. Dacă materialul izolant s-ar contracta, ar ceda și piulița m în direcția săgeții, iar conductorul de alimentare care ar fi amplasat între această piuliță și piulița m_1 nu ar mai fi strîns. De aceea acest conductor este fixat prin două piulițe separate, care mai sînt asigurate și printr-o tablă îndoită (fig. 2.6.2.119). O asigurare directă prin formă a unui șurub față de piesă poate fi realizată prin crestarea cu dalta sau cu punctatorul (fig. 2.6.2.120 și 2.6.2.121). Dacă capătul șurubului nu este accesibil la șuruburile cu cap înecat se poate realiza asigurarea reprezentată în fig. 2.6.2.122, la care o parte din material este presat în crestătura capului. Asigurări de acest fel nu trebuie adoptate decît dacă se prevede că îmbinarea prin șurub nu va mai fi desfăcută vreodată.

2.6.2.7.3. *Asigurarea prin material*

La o asigurare prin material, desfacerea este împiedicată prin lipirea pieselor respective cu piesa principală, de preferință prin lac, care poate fi distribuit foarte bine la locurile respective ale aparatului gata montat

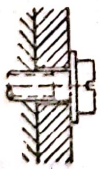


Fig. 2.6.2.123.

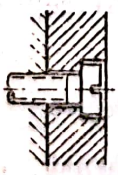


Fig. 2.6.2.124.

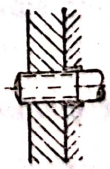


Fig. 2.6.2.125.

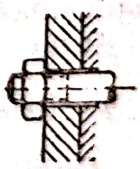


Fig. 2.6.2.126.

Asigurare prin picături de lac

cu ajutorul unui tub de presat (fig. 2.6.2.123—2.6.2.126). Îmbinările prin șuruburi, asigurate prin lipire cu lac, pot fi desfăcute ușor la caz de nevoie, deoarece lacul de asigurare întărit (de exemplu lacul de chihlimbar întărit) sare la desfacerea cu ajutorul șurubelniței sau altei scule asemănătoare. Asigurările prin lipire cu lac prezintă, față de asigurările prin deformarea

materialului, avantajul că se evită loviturile necesare pentru deformare. La şuruburile cu cap înecat, lacul trebuie lăsat să se scurgă într-un loc pînă la fundul adînciturii (fig. 2.6.2.124), pentru a realiza o aderenţă destul de mare. Dacă capul şurubului nu este accesibil, trebuie asigurat capătul tijei filetate a şurubului (fig. 2.6.2.125 şi 2.6.2.126). În cazul folosirii unei piuliţe la capătul tijei şurubului, aceasta trebuie de asemenea asigurată. Capetele bombate ale şuruburilor trebuie să iasă pe cît posibil în afară. Dacă se prevede o şaibă (fig. 2.6.2.123), capul şurubului trebuie să fie asigurat şi faţă de piesă, nu numai faţă de şaibă.

2.6.2.8. Asigurarea împotriva desfacerii neautorizate

Asigurarea îmbinărilor prin şuruburi împotriva desfacerii neautorizate, aşa-numita plombare, se aplică atunci cînd desfacerea carcaselor închise sau a altora asemănătoare de către persoane neautorizate trebuie împiedicată sau cînd trebuie identificată o desfacere care a avut loc. Diferitele sisteme de plombare rezultă direct din fig. 2.6.2.127—2.6.2.131. La execuţiile conform fig. 2.6.2.127—2.6.2.129, asigurarea este numai limitată, deoarece desfacerea şurubului cu ajutorul unui cleşte fără vătămarea plombei nu este exclusă. Pentru acoperirea capului şurubului se foloseşte ceară, ceară de sigilii etc. (fig. 2.6.2.127—2.6.2.129), iar pentru legarea capetelor sforilor (fig. 2.6.2.130 şi 2.6.2.131) plumb sau alte materiale asemănătoare.

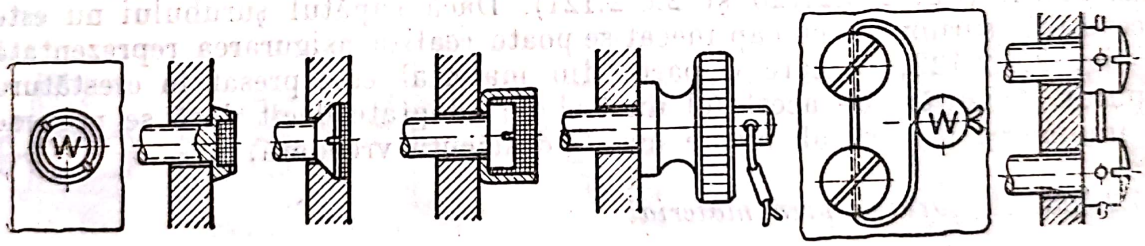


Fig. 2.6.2.127. Fig. 2.6.2.128. Fig. 2.6.2.129. Asigurare prin material turnat

Fig. 2.6.2.130. Fig. 2.6.2.131. Asigurare prin plombe din plumb

În plombă se imprimă o literă sau marca fabricii (reprezentată în fig. 2.6.2.127 printr-un „W“).

2.6.2.9. Asigurarea împotriva pierderii pieselor detaşate

Dacă îmbinarea trebuie frecvent demontată, ca de exemplu la capacele carcaselor, se prevede o asigurare a îmbinării prin şurub împotriva pierderii pieselor şi a elementelor de îmbinare după desfacerea îmbinării. Capacul se fixează astfel, încît după desfacerea unuia sau mai multor şuruburi el să poată fi rabătut sau ridicat. În acest timp şuruburile rămîn legate de capacul carcasei. În cele ce urmează sînt date cîteva exemple. La şuruburile asigurate printr-un ştift (fig. 2.6.2.132 şi 2.6.2.133) trebuie observat ca distanţa x să fie mai mare decît distanţa x_1. În locul ştiftului transversal care lucrează ca opritor (fig. 2.6.2.132, sus) se poate folosi cu succes şi o şaibă S din preşpan, înşurubată strîns pe tija filetată,

așa cum se arată în partea de jos a fig. 2.6.2.132. La construcția din fig. 2.6.2.134, desfacerea îmbinării se realizează prin slăbirea șurubului, deoarece piesa A din tablă poartă o decupare și poate fi trasă de sub capul șurubului. Și la șuruburile cu diametrul tijei redus sub capul șurubului din fig. 2.6.2.135—2.6.2.140, distanța x trebuie să fie mai mare

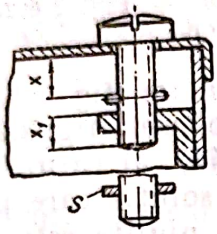


Fig. 2.6.2.132.

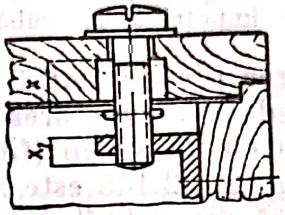


Fig. 2.6.2.133.

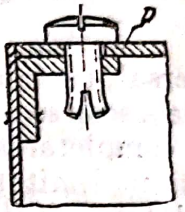


Fig. 2.6.2.134.

Asigurarea împotriva pierderii la îmbinările prin șurub ale capacelor

decît x_1. La piesele turnate se poate prevedea o adîncire S pentru a satisface această condiție (fig. 2.6.2.135), iar la piesele din lemn și tablă trebuie adoptate măsuri similare (fig. 2.6.2.136—2.6.2.138). Fig. 2.6.2.139 reprezintă îmbinarea prin șurub a carcasei din tablă a unui contor electric, care se execută în serii foarte mari. Șurubul asigurat împotriva pierderii este un șurub cu capul găurit în cruce, care este asigurat printr-un inel din sîrmă, și în ale cărui găuri din cap intră un șnur de plombare. În fig. 2.6.2.140 se arată îmbinarea prin înșurubare a capacului unei car-

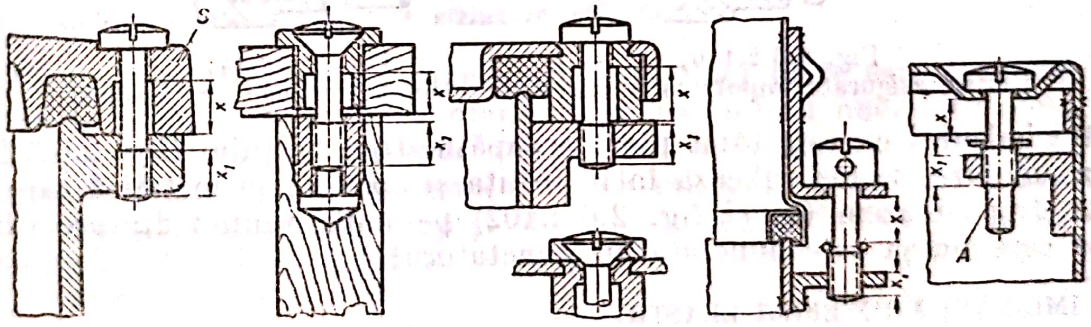


Fig. 2.6.2.135. Fig. 2.6.2.136. Fig. 2.6.2.137. Fig. 2.6.2.138. Fig. 2.6.2.139. Fig. 2.6.2.140.

Asigurare împotriva pierderii, prin șuruburi cu tija de diametru redus

case cilindrice din tablă. Asigurarea este dată de o mică șaibă filetată. Șurubul are un cep A, pentru ca la introducerea șurubului, gaura filetată amplasată în colțar să poată fi găsită mai ușor.

În fig. 2.6.2.141—2.6.2.147 sînt reprezentate asigurările împotriva desfacerii complete, neautorizate sau neintenționate, a piuliților fluture sau a piuliților striate. Aceasta se poate realiza printr-o ușoară refulare a capătului tijei filetate (fig. 2.6.2.141), și prin presarea ulterioară a unui știft

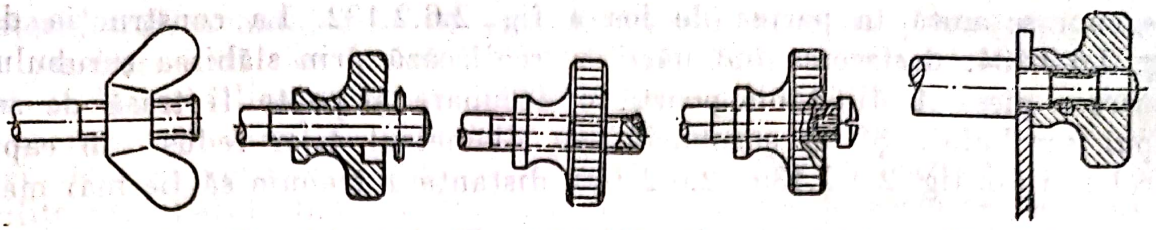


Fig. 2.6.2.141. Fig. 2.6.2.142. Fig. 2.6.2.143. Fig. 2.6.2.144. Fig. 2.6.2.145.
Asigurare împotriva deșurubării piuliţelor

transversal, care la desfacerea piuliţei intră într-o adîncire (fig. 2.6.2.142). În același scop se poate proceda și la punctarea capului bolțului (fig. 2.6.2.143) sau la completarea acestuia cu un șurub (fig. 2.6.2.144), al cărui cap servește drept limitator. În fig. 2.6.2.145 este arătată o soluție care prezintă avantajul că nu iese în afară capul bolțului nici cînd piulița este strînsă. Un știft tangențial trece printr-un loc unde filetul bolțului este întrerupt, așa încît piulița poate fi desfăcută numai atît cît permite știftul, după ce s-a oprit în fața filetului de la capătul bolțului.

În fig. 2.6.2.146 se arată o asigurare împotriva deșurubării unei piulițe striate pentru o clemă de racord, de exemplu pentru una din cele reprezentate în fig. 2.6.2.102 și 2.6.2.103. Aici, capătul bolțului, prevăzut cu o gaură axială, este lărgit de la sine la prima strîngere a piuliței, prin imprimarea unei bile. La clemele care sînt deschise la capătul superior pentru a putea primi o fișă de racordare, se poate realiza o asigurare pentru că

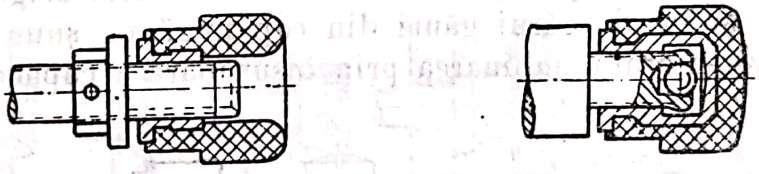


Fig. 2.6.2.146. Fig. 2.6.2.147.
Piulițe asigurate împotriva pierderii la clemele de racorduri electrice

filetul bolțului nu este tăiat pînă la capătul tijei bolțului (fig. 2.6.2.147). La asamblare, se înșurubează întîi piulița și apoi bucșa metalică care servește drept reazem (v. și fig. 2.6.2.102) pe bolț, venind dinspre stînga, după care bucșa este punctată cu punctatorul.

2.7. ÎMBINĂRI PRIN EFECT ELASTIC

Îmbinările prin efect elastic cuprind: îmbinările cu ajustaj cu strîngere și îmbinările prin arc.

La ambele sisteme de îmbinare, piesele sînt asigurate prin forță în poziția lor reciprocă, datorită frecării care se produce sub tensiunea care ia naștere din deformarea elastică la asamblare.

2.7.1. Îmbinări prin ajustaj cu strîngere

Îmbinările prin ajustaj cu strîngere sînt în cel mai simplu caz îmbinări a două piese, dintre care una (piesa cuprinzătoare sau alezajul) cuprinde pe cealaltă (piesa cuprinsă) în întregime (fig. 2.7.1) sau în parte (fig. 2.7.1.2), cu asigurare prin forță.

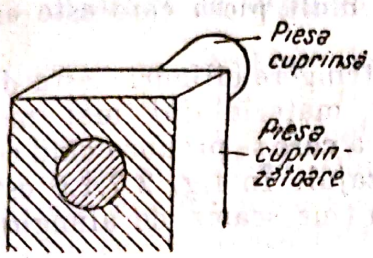


Fig. 2.7.1.1.
Îmbinare cu ajustaj de strîngere cu suprafețe de ajustare rotunde

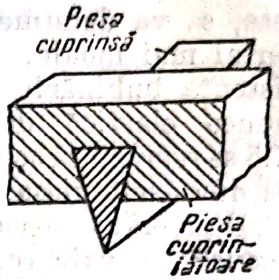


Fig. 2.7.1.2.
Îmbinare prin ajustaj cu strîngere cu suprafețe de ajustare plane

Asigurarea prin forță rezultă din strîngerea prevăzută la ajustajul cu strîngere între piesa cuprinsă și piesa cuprinzătoare.

2.7.1.1. Clasificarea îmbinărilor cu ajustaj cu strîngere

Pentru simplificare, arborele și alezajul se execută cu suprafețe de ajustare de formă circulară (îmbinare prin ajustaj cu strîngere cilindric) (fig. 2.7.1.1.) sau cu suprafețe de ajustare striate (îmbinare prin ajustaj cu strîngere cu suprafețe striate) (fig. 2.7.1.7—2.7.1.10).

În unele cazuri se întîlnesc, pentru a satisface cerințe constructive speciale, îmbinări prin ajustaj cu strîngere cu suprafețe plane (fig. 2.7.1.2).

Îmbinările prin ajustaj cu strîngere menționate pot fi executate ca îmbinări directe (fig. 2.7.1.1 și 2.7.1.2) sau ca îmbinări indirecte (fig. 2.7.1.22).

2.7.1.2. Îmbinări prin ajustaj cu strîngere cilindric

Cînd cepul cilindric cu diametrul D al unei piese este introdus prin presare în gaura cilindrică de diametru d mai mic a unei alte piese (fig. 2.7.1.3), piesele se vor deforma elastic mai mult sau mai puțin la locul de presare. Diametrul D al cepului se va micșora, diametrul d al alezajului se va mări în același timp și lungimea L a cepului se va mări cu o cantitate mică z (fig. 2.7.1.4).

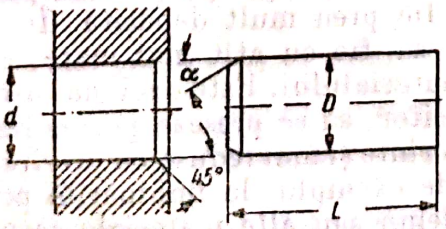


Fig. 2.7.1.3.
Îmbinări directe prin ajustaj cu strîngere cilindric

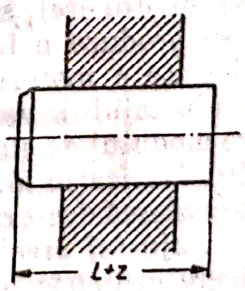


Fig. 2.7.1.4.

Aceasta se va întîmpla mai ales atunci cînd piesele sînt executate din materiale avînd aceeași duritate. La duritate diferită a materialului celor

două piese, se va deforma în general mai mult piesa care este executată din material mai moale.

Rezistența îmbinării prin ajustaj cu strîngere cilindric este dată deci de tensiunea elastică de compresiune a materialului mai moale. În fig. 2.7.1.5 se reprezintă schematic deformarea care se produce cînd cepul este mult mai dur decît piesa care conține alezajul. În fig. 2.7.1.6 este reprezentat cazul invers; în această situație se va ține seama de alungirea, chiar numai redusă ca valoare, a cepului.

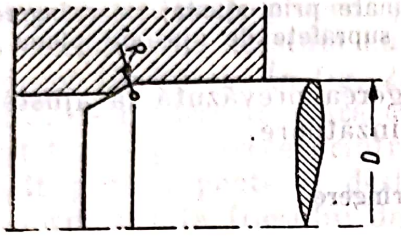


Fig. 2.7.1.5.

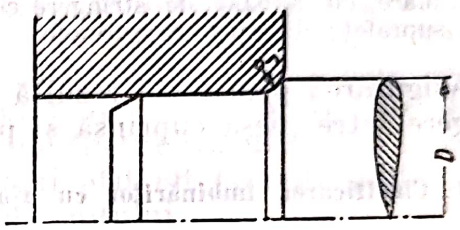


Fig. 2.7.1.6.

Îmbinări prin ajustaje cu strîngere longitudinală

În fig. 2.7.1.5 și 2.7.1.6 se arată îmbinări cu ajustaje cu strîngere longitudinale, adică strîngerea se realizează la îmbinarea pieselor de-a lungul generatoarei. Pe lîngă acestea există îmbinări cu ajustaj cu strîngere, la care, înaintea asamblării, se procedează, fie la încălzirea piesei care poartă alezajul, fie la răcirea piesei care poartă cepul, iar după asamblare se realizează un ajustaj de fretare prin contracție, respectiv prin întinderea pieselor.

Pentru ca cele două piese (fig. 2.7.1.4) să fie coaxiale după îmbinare, piesa cu cep va primi o teșire (fig. 2.7.1.3; unghiul de teșire $\alpha=15°$), iar piesa care cuprinde alezajul o adîncire conică (fig. 2.7.1.3; unghiul de teșire 45°).

2.7.1.2.1. *Alegerea ajustajului*

La piesele executate din materiale cu lungire relativ redusă, de exemplu la piesele din oțel, strîngerea $S=D-d$ (fig. 2.7.1.3) trebuie astfel aleasă, încît să se producă o frecare destul de mare, dar pe de altă parte limita de elasticitate a materialului să nu fie prea mult depășită. În acest caz, precizia ajustajului va trebui deci să fie cu atît mai mare, cu cît este mai mare modulul de elasticitate al materialului. Este deci mai ușor, respectiv pentru fabricație mai puțin costisitor, să se preseze pe un fus din oțel o șaibă din alamă decît una din oțel. Cerințe și mai reduse cu privire la respectarea unui ajustaj precis se impun, de exemplu, la îmbinările prin ajustaj cu strîngere cilindric, cu piese din lemn sau alte materiale asemănătoare. Deosebit de sensibile sînt materialele casante (de exemplu ebonita în stare rece). Materialele moi, adică acelea care după depășirea limitei de elasticitate capătă o deformare permanentă (de exemplu aliajele de zinc și de aluminiu), sînt adecvate atunci cînd la asamblare ia naștere o asigurare prin formă, care ridică rezistența îmbinării.

Scanned with OKEN Scanner

2.7.1.2.2. *Ajustaje cu strîngere ale sistemului ISA*

Strîngerile care trebuie alese și ajustajele care rezultă din acestea sînt stabilite prin ststemul de toleranțe standardizat.

În tabela 2.7.1.1 sînt indicate unele din ajustajele cu strîngere ISA, preferate în mecanica fină. După cum se vede, prin toleranțele de execuție standardizate rezultă uneori asemenea abateri, încît la fiecare ajustaj cu strîngere, nu se realizează în toate cazurile o strîngere. Dacă se consideră cazul limită cel mai defavorabil, care apare atunci cînd diametrul fusului are dimensiunea minimă, iar diametrul alezajului dimensiunea maximă, rezultă strîngeri numai pentru ajustajele cu strîngere H 7/r 6 și N 7/n 6. La celelalte ajustaje cu strîngere R 7/n 6 și H 7/m 6, jocul maxim (S_g) este atît de mic, încît în general se realizează o asigurare prin forță, suficientă pentru îmbinările prin ajustaj cu strîngere cilindric; pe de altă parte piesele trebuie împerechiate prin sortare în vederea îmbinării.

Tabela 2.7.1.2 cuprinde combinații de ajustaje cu strîngere, la care poate fi folosit diametrul materialului în formă de bară trasă, care este folosit de preferință în mecanica fină. Abaterile superioare și inferioare (A_o și A_u), strîngerea maximă și minimă (U_g și U_h), precum și jocul maxim S_g sînt date în microni. După cum reiese din tabelă, jocul maxim posibil la folosirea alezajului N 7 este astfel situat, încît nu este asigurată în toate cazurile realizarea unei îmbinări prin ajustaj cu strîngere cilindric, iar piesele trebuie sortate. Dimpotrivă, rezultă o îmbinare sigură prin ajustaj cu strîngere cilindric la asamblarea arborelui h 9 cu alezajul X 7. La cerințe mai ridicate se poate alege combinația de ajustaje X 7/h 8.

2.7.1.2.3. *Ajustaje cu strîngere speciale*

La un material tras în bară cu toleranța h 11 nu se mai poate realiza un ajustaj cu strîngere printr-o combinație ca cea pentru arborele h 9 (tabela 2.7.1.2). Pentru a se realiza și aci o strîngere, se va prevedea, prin abatere de la sistemul de ajustaje ISA, un ajustaj special, care va fi bineînțeles diferit pentru fiecare caz în parte. În tabela 2.7.1.3 este arătat un ajustaj special, la care diametrul d al cepului este executat după clasa h 11. Toleranțele diametrului găurii sînt date în coloana d_1, iar strîngerea maximă și cea minimă (U_g și U_h) în ultima coloană.

2.7.1.3. **Îmbinări prin ajustaj cu strîngere prin suprafețe striate**

Îmbinarea prin ajustaj cu strîngere prin suprafețe striate are o zonă de ajustaj, în care cepul este striat (fig. 2.7.1.8), iar alezajul, cilindric (fig. 2.7.1.7).

Prin imprimarea dinților sculei de zimțare (role sau bacuri), materialul cepului este împins în sus, așa încît diametrul exterior D_1 al cepului (fig. 2.7.1.8 și 2.7.1.9) devine mai mare decît diametrul inițial D.

Avantajul îmbinării prin ajustaj cu strîngere prin suprafețe striate față de îmbinarea prin ajustaj cu strîngere cilindric constă în aceea că sînt posibile toleranțe mai mari pentru strîngere. Din această cauză, sistemul

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 2.7.1.1

Ajustaje cu strîngere

Dimensiuni nominale, mm	Arbore						Alezaj				Ajustaj					
	m 6, μ		n 6, μ		r 6, μ		H 7, μ		N 7, μ		N 7/n 6, μ		H 7/r 6, μ		H 7/m 6 μ	
	A_o	A_u	A_o	A_u	A_o	A_u	A_o	A_u	A_o	A_u	U_k	U_g	U_k	U_g	S_g	U_g
1,6 — 3	+ 9	+ 2	+ 13	+ 6	+ 19	+ 12	+ 9	0	— 4	— 13	— 10	— 26	— 3	— 19	+ 7	— 9
> 3 — 6	+ 12	+ 4	+ 16	+ 8	+ 23	+ 15	+ 12	0	— 4	— 16	— 12	— 32	— 3	— 23	+ 8	— 12
>> 6 — 10	+ 15	+ 6	+ 19	+ 10	+ 28	+ 19	+ 15	0	— 4	— 19	— 14	— 38	— 4	— 28	+ 9	— 15
>> 10 — 18	+ 18	+ 7	+ 23	+ 12	+ 34	+ 23	+ 18	0	— 5	— 23	— 17	— 46	— 5	— 34	+ 11	— 18
> 18 — 30	+ 21	+ 8	+ 28	+ 15	+ 41	+ 28	+ 21	0	— 7	— 28	— 22	— 56	— 7	— 41	+ 13	— 21

A_o — abaterea superioară
A_u — abaterea inferioară
U_g — strîngerea maximă
U_k — strîngerea minimă
S_g — jocul maxim
μ — 0,001 mm

Tabela 2.7.1.2

Ajustaje cu strîngere din semifabricatele trase după clasele h 8 și h 9

Dimensiuni nominale, mm	Arbore tras				Alezaj				Ajustaj					
	h 8, μ		h 9, μ		N 7, μ		X 7, μ		N 7/h 9, μ		X 7/h 9, μ		X 7/h 8, μ	
	A_o	A_u	A_o	A_u	A_o	A_u	A_o	A_u	S_g	U_g	S_g	U_g	U_k	U_g
1,6 — 3	0	— 14	0	— 25	— 4	— 13	— 20	— 29	+ 21	— 13	+ 5	— 29	— 6	— 29
> 3 — 6	0	— 18	0	— 30	— 4	— 16	— 24	— 36	+ 26	— 16	+ 6	— 36	— 6	— 36
>> 6 — 10	0	— 22	0	— 36	— 4	— 19	— 28	— 43	+ 32	— 19	+ 8	— 43	— 6	— 43
>> 10 — 18	0	— 27	0	— 43	— 5	— 23	— 33	— 56	+ 38	— 23	+ 10	— 56	— 6	— 56
> 18 — 30	0	— 33	0	— 52	— 7	— 28	— 46	— 77	+ 45	— 28	+ 6	— 77	— 13	— 77

A_o — abaterea superioară
A_u — abaterea inferioară
U_g — strîngerea maximă
U_k — strîngerea minimă
S_g — jocul maxim
μ — 0,001 mm

Scanned with OKEN Scanner

de îmbinare prin ajustaj cu strîngere a găsit o largă răspîndire în mecanica fină, fiind mai puțin costisitor. În afară de aceasta, prin pătrunderea dinților striați în pereții găurii cilindrice se realizează o bună asigurare împotriva răsucirii (fig. 2.7.1.10).

Tabela 2.7.1.3

Ajustaje cu strîngere din semifabricate trase după clasa h 11

Dimensiuni nominale, mm	d în clasa h 11, mm		d_1, mm		d_1/h 11, mm	
	A_o	A_u	A_o	A_u	U_k	U_g
Pînă la 1,6	0	—0,05	—0,05	—0,1	0	—0,1
> 1,7— 3	0	—0,06	—0,05	—0,1	—0,01	—0,1
> 3,1— 6	0	—0,075	—0,1	—0,15	—0,025	—0,15
> 6,1— 10	0	—0,09	—0,1	—0,15	—0,01	—0,15

A_o — abaterea superioară
A_u — abaterea inferioară
U_k — strîngerea maximă
U_g — strîngerea minimă

Pentru a ușura imprimarea diametrului striat D_1 al cepului (fig. 2.7.1.8 și 2.7.1.9), diametrul d_1 al găurii (fig. 2.7.1.7) va fi executat ceva mai mare decît diametrul interior D_2 al dinților striați (fig. 2.7.1.10).

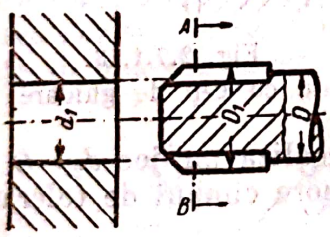


Fig. 2.7.1.7. Fig. 2.7.1.8.
Piese înainte de asamblare prin îmbinare cu ajustaj cu strîngere prin suprafețe striate

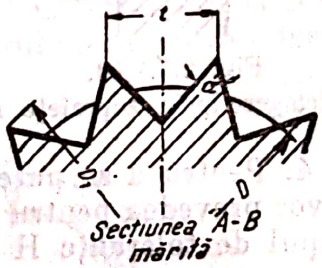


Fig. 2.7.1.9.
Secțiunea porțiunii striate

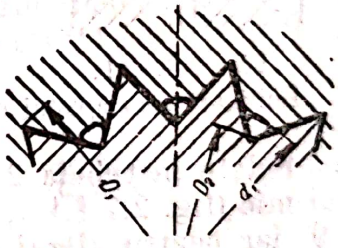


Fig. 2.7.1.10.
Secțiune după realizarea îmbinării

Față de o îmbinare prin ajustaj cu strîngere cilindric, acest sistem de îmbinare prezintă dezavantajul că, după asamblare, piesele în general nu sînt coaxiale, așa încît nu corespund întocmai. La caz de nevoie acest defect poate fi micșorat prin completarea cu un cep de ghidare strunjit (fig. 2.7.1.11).

Dacă piesa care poartă cepul este prevăzută cu un umăr de așezare (fig. 2.7.1.12) iar piesa care poartă alezajul trebuie să se rezeme pe acesta, așezarea corectă trebuie asigurată prin strunjirea unei degajări, după striarea cepului, sau prin realizarea unei adînciri a alezajului.

Îmbinările cu ajustaj cu strîngere prin suprafețe striate prezintă de asemenea avantajul că pot fi amplasate la mijlocul pieselor mai lungi, fără

a fi necesară reducerea diametrului arborelui din ambele părți ale îmbinării (fig. 2.7.1.13). Barele trase, dacă sînt recoapte, pot fi folosite în acest scop fără o strunjire suplimentară, ceea ce reprezintă o mare economie pentru fabricația de masă. Un dezavantaj îl prezintă în acest caz diferența

Tabela 2.7.1.4

Dimensiuni pentru ajustajele cu strîngere prin suprafețe striate (v. fig. 2.7.1.9 și 2.7.1.10)

D, mm	Pasul de zimțare, mm	Abaterea diametrului, mm		Strîngerea, mm	
		maxim	minim	maxim	minim
1— 3	0,3	+0,06	+0,12	—0,06	—0,145
> 3— 6	0,5	+0,08	+0,15	—0,08	—0,180
> 6—10	0,5	+0,12	+0,20	—0,12	—0,156

relativ redusă dintre diametrul D_1 al porțiunii striate și diametrul d_2 al alezajului. Strîngerile realizabile la oțel moale, determinate prin încercări,

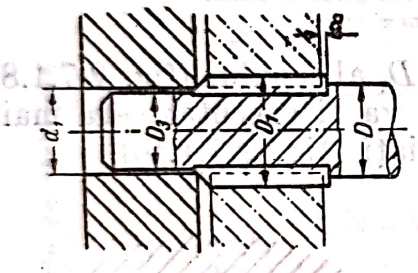


Fig. 2.7.1.11.

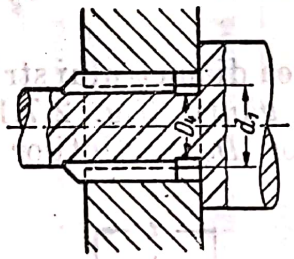


Fig. 2.7.1.12.

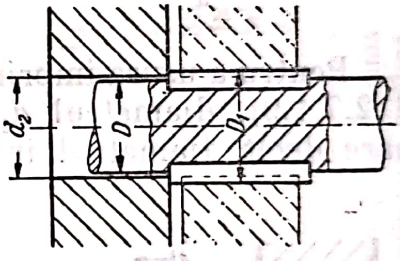


Fig. 2.7.1.13.

Îmbinări prin ajustaj cu strîngere prin suprafețe striate cu cep de ghidare

sînt redate în tabela 2.7.1.4. Pentru a se putea realiza un joc $d_2—D$ cît mai mic (fig. 2.7.1.13), se vor prevedea pentru arbore cîmpul de toleranțe h 9, iar pentru alezaj cîmpul de toleranțe H 7.

2.7.1.4. Lungimea de presare

Pentru a avea o orientare, în fig. 2.7.1.14 și 2.7.1.15 se arată cît de mare trebuie aleasă lungimea de presare în raport cu diametrul, în cazul

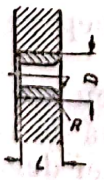


Fig. 2.7.1.14.
Bucșă de conducere cilindrică pentru găurire, presată în placă

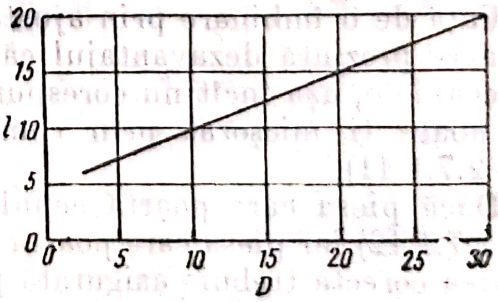


Fig. 2.7.1.15.
Lungimea de presare L în funcție de diametrul D

bucșelor de conducere cilindrice pentru găurire. Se mai indică lungimea de presare stabilită pentru rulmenții cu bile standardizați, în stare montată.

În fig. 2.7.1.16 se reprezintă o îmbinare cu ajustaj cu strîngere cu lungime de presare relativ mică. Piesa din tablă este decupată, iar cepul capătă un canal.

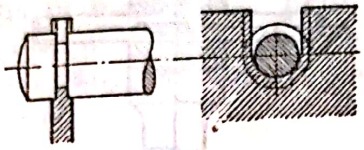


Fig. 2.7.1.16.
Bolț în placă subțire din tablă

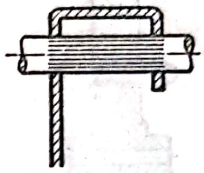


Fig. 2.7.1.17.
Cep striat în profil din tablă

La pîrghiile subțiri din tablă, lungimea de presare poate fi mărită prin bucșe nituite sau lipite, sau se prevede executarea unui profil îndoit în formă de U (fig. 2.7.1.17), iar cepul este striat.

2.7.1.5. Îmbinări cu știfturi prin ajustaj cu strîngere

Știfturile din oțel rotund, introduse prin presare, apar ca îmbinări directe prin ajustaj cu strîngere la roțile de avans (fig. 2.7.1.18) pentru banda de hîrtie la aparatele de măsurat înregistratoare. Știfturile sînt teșite la 15° și se presează, cu ajutorul unui dispozitiv, în găurile date în roata din aluminiu. O teșire este necesară și la știftul din argint (fig. 2.7.1.19) care este presat într-o gaură în șurubul de contact din alamă. Pentru asigurarea poziției pieselor înșurubate se prevăd deseori știfturi de centrare presate în una din piese.

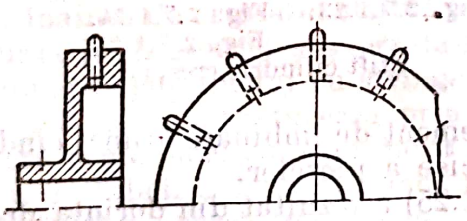


Fig. 2.7.1.18.
Roată de avans cu dinții realizați prin știfturi presate

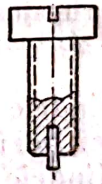


Fig. 2.7.1.19.
Șurub de contact cu știft din argint

Știfturile care trebuie introduse prin presare pot să fie și striate pe porțiunea care se presează. În fig. 2.7.1.20 este reprezentată o pîrghie de comutator din alamă sau aluminiu cu știft striat introdus prin presare.

În multe cazuri se pot folosi în acest scop și știfturi crestate standardizate (fig. 2.7.1.21).

Îmbinarea mai multor piese prin știfturi introduse prin presare (ca piese de legătură la îmbinări indirecte prin ajustaj cu strîngere), se întîlnește des în mecanica fină. Ca știfturi se folosesc știfturile cilindrice, știfturi cilindrice crestate, cuie crestate și cuie cu crestături elicoidale, toate standardizate.

Ştifturile cilindrice sînt ştifturi standardizate, care au ambele capete bombate (fig. 2.7.1.22). Materialul folosit este: alama, oţelul moale sau, cînd se cere o rezistenţă mai mare, oţelul rotund tras cu precizie. Ştifturile cilindrice sînt folosite ca ştifturi introduse în găuri de trecere. Pentru a

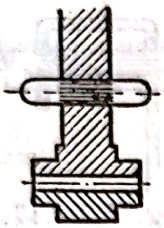


Fig. 2.7.1.20.
Pîrghie de comutator cu cep dublu

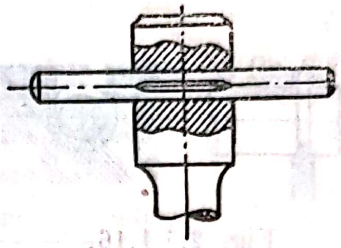


Fig. 2.7.1.21.
Cap de cheie tubulară cu ştift care serveşte drept mîner

realiza strîngerea relativ precisă între diametrele ştiftului şi ale alezajului, găurile se alezează după găurire. Mărimea strîngerii este indicată în tabela 2.7.1.3. În tabela 2.7.1.5 se dau indicaţii asupra valorii diametrului d care trebuie ales pentru ştift în funcţie de diametrul D al cepului.

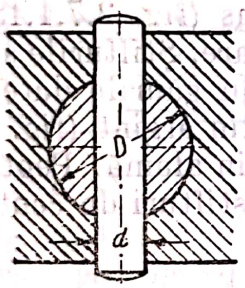


Fig. 2.7.1.22.
Îmbinare prin ajustaj cu strîngere cu ştift cilindric

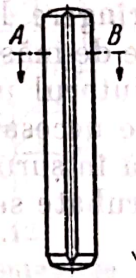


Fig. 2.7.1.23.

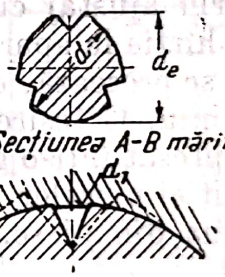


Fig. 2.7.1.24.
Fig. 2.7.1.25.
Ştift cilindric crestat

Ştiftul cilindric se foloseşte ca element de îmbinare atunci cînd se cere asigurarea unei poziţii reciproce precise a pieselor.

Ştiftul cilindric crestat (fig. 2.7.1.25) a rezultat din dorinţa de a evita ajustajul precis, şi deci costisitor, necesar la ştiftul cilindric (fig. 2.7.1.22).

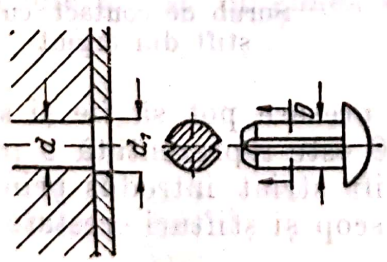


Fig. 2.7.1.26.
Cui crestat

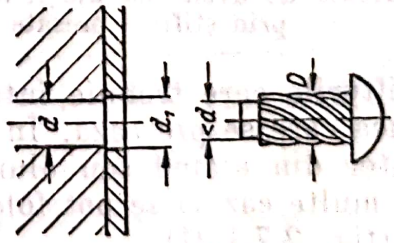


Fig. 2.7.1.27.
Cui cu crestături elicoidale

El este un ştift cilindric cu trei crestături longitudinale repartizate uniform pe periferie, care se realizează prin laminare (adîncire) cu un tăiş de daltă.

Prin această deformare materialul este refulat spre ambele margini ale crestăturii, formînd ridicături (fig. 2.7.1.24). Efectul ştiftului crestat rezidă în aceea că la introducerea prin presare a ştiftului în găurile cilindrice ale pieselor (fig. 2.7.1.22), materialul deformat al ştiftului este împins, datorită efectului elastic al ridicăturilor de pe marginea crestăturilor, în pereţii găurii (fig. 2.7.1.25, în care d_1 este diametrul găurii), aşa încît ştiftul rămîne strîns prin asigurare prin forţă în gaură. Dacă materialul ştiftului crestat este mai dur decît cel al piesei în care este dată gaura sau egal de dur, în pereţii găurii se vor produce mici urme de crestături (fig. 2.7.1.25).

Tabela 2.7.1.5

Alegerea diametrului ştiftului pentru îmbinările cu strîngere cu ştifturi cilindrice (fig. 2.7.1.22), în mm

D	1,5—2	2—3	3—4	4—6	6—8	8—11	11—17	17—23
d	0,6	0,8	1	1,5	2	3	4	5

Tabela 2.7.1.6

Alegerea diametrului ştiftului pentru îmbinările cu strîngere cu ştifturi cilindrice crestate (fig. 2.7.1.23 şi 2.7.1.24), în mm

d	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5
d_1	0,83	1,05	1,25	1,6	2,15	2,65	3,2	3,7	4,25	5,25

Avantajul ştiftului cilindric crestat faţă de ştiftul cilindric constă în aceea că, înainte de crestare, ştiftul (avînd diametrul d, fig. 2.7.1.24) poate fi introdus cu joc în gaura transversală a piesei cu diametrul d_1 (fig. 2.7.1.25). La o îmbinare prin ajustaj cu strîngere cu ştifturi cilindrice crestate apare dezavantajul că la introducerea prin presare a ştiftului se poate produce o deplasare a pieselor, corespunzător cu jocul dintre diametrul ştiftului şi cel al găurii. Tabela 2.7.1.6 cuprinde indicaţii asupra valorii diametrului d_1 care trebuie ales pentru gaură (fig. 2.7.1.25), cînd este dat diametrul d al ştiftului (fig. 2.7.1.24).

Cuiele crestate sînt executate din oţel moale şi au o formă asemănătoare cu cea a niturilor cu cap semirotund, cu deosebirea că pe tijă poartă două crestături axiale. Îmbinarea a două piese plane (fig. 2.7.1.26) se realizează prin introducerea cuiului crestat, prin lovituri de ciocan, într-o gaură corespunzătoare, mai mică, a piesei inferioare. Strîngerea adică diferenţa dintre diametrul D al cuiului crestat şi diametrul d al găurii este dată în tabela 2.7.1.7. Diametrul d_1 al găurii din piesa de tablă superioară trebuie să asigure un joc suficient, ca şi la îmbinările indirecte prin şuruburi. Pentru a uşura introducerea cuiului crestat, acesta trebuie să aibă la capăt o rotunjire.

Cuiele cu crestături elicoidale se fabrică din oţel călit, avînd un filet cu mai multe începuturi, cu pas mare. Îmbinarea celor două piese din

Tabela 2.7.1.7

Dimensiunile diametrului cuielor crestate şi găurilor la îmbinările prin strîngere (fig. 2.7.1.26), în mm

D	1,4	1,7	2	2,3	2,6	3	3,5	4	5	6
d	1,4	1,7	2,1	2,4	2,7	3,1	3,6	4,2	5,2	6,2
d_1	1,8	2,1	2,4	2,8	3,1	3,6	4,2	4,8	5,8	7

Tabela 2.7.1.8

Dimensiunile diametrului cuielor cu crestături elicoidale şi a găurilor la îmbinările prin strîngere (fig. 2.7.1.27), în mm

D	1,5	1,9	2,5	2,9	3,5	3,9	4,2	4,5	5,3	6,1
d	1,3	1,7	2,1	2,6	3	3,4	3,6	4	4,9	5,6

tablă (fig. 2.7.1.27) se realizează prin introducerea prin presare a cuiului. Strîngerea necesară este dată în tabela 2.7.1.8. Faţă de cuiul crestat, apare avantajul că, la introducerea prin presare a cuiului cu crestături elicoidale, acesta execută o mişcare de înşurubare, ceea ce măreşte siguranţa împotriva slăbirii sau a îndepărtării neautorizate a piesei.

2.7.2. Îmbinări prin arc

Îmbinările prin arc sînt îmbinări de piese, a căror poziţie reciprocă este asigurată prin forţă, datorită efectului de arcuire.

În cel mai simplu caz, asigurarea prin forţă de arcuire se realizează prin introducerea pieselor una în alta (îmbinare directă de arcuire), în care caz fie piesa interioară arcuieşte asupra piesei exterioare (fig. 2.7.2.1), fie invers, piesa exterioară arcuieşte asupra celei interioare (fig. 2.7.2.2).

Dacă există o piesă de îmbinare separată (fig. 2.7.2.15) care îmbină piesele, se obţine o îmbinare indirectă prin arc.

2.7.2.1. Îmbinări directe

Efectul de arcuire poate fi realizat prin arcuirea piesei interioare spintecate în formă S (fig. 2.7.2.1) sau printr-o imprimare redusă a punţii G

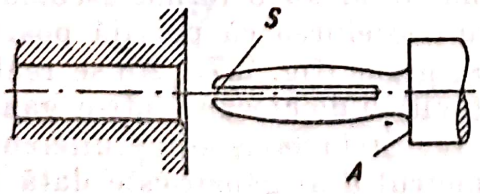


Fig. 2.7.2.1.
Cep crestat

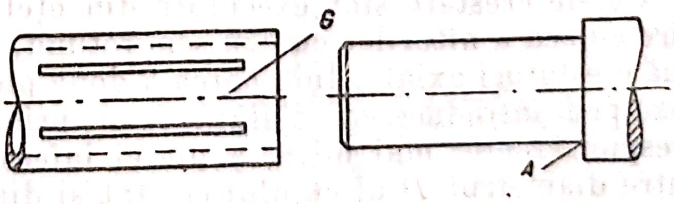


Fig. 2.7.2.2.
Manşon crestat

realizate prin două tăieturi în piesa exterioară (fig. 2.7.2.2). În ambele cazuri îmbinarea este asamblată corect şi sigur dacă piesa interioară pătrunde pînă la umărul A.

Arcuirea proprie a pieselor din cauciuc moale este folosită la îmbinările prin arcuire arătate în fig. 2.7.2.3 și 2.7.2.4. Pentru a obține o asigurare prin forță cît mai mare, care să reprezinte în același timp o bună etanșare a îmbinării, diametrele D ale cepurilor de racordare (fig. 2.7.2.3 și 2.7.2.4),

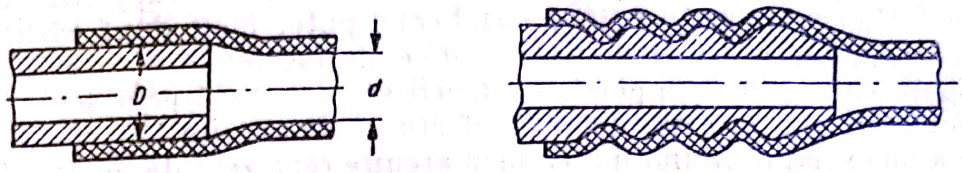


Fig. 2.7.2.3. Fig. 2.7.2.4.

Îmbinări directe prin arcuire cu ajutorul pieselor din cauciuc moale

de exemplu la un aparat de vid, trebuie să fie considerabil mai mari decît diametrul interior d al tuburilor din cauciuc. O îmbinare bine etanșată se realizează prin cepul de racordare cu profil ondulat (fig. 2.7.2.4).

Arcuirea proprie a pieselor ambutisate din tablă subțire creează de asemenea (fig. 2.7.2.5 și 2.7.2.6) asigurarea prin forță necesară. În ambele

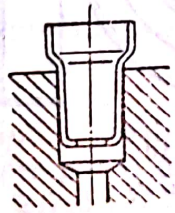


Fig. 2.7.2.5.

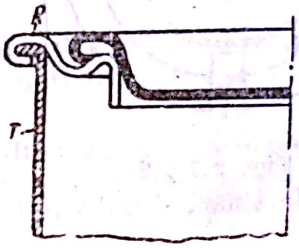


Fig. 2.7.2.6.

Îmbinări directe prin arcuire ale pieselor din tablă ambutisată

cazuri cepul de legătură este realizat puțin conic și se aplică cu arcuire pe gaura cilindrică la asamblare (fig. 2.7.2.5), respectiv pe inelul din tablă R, care arcuiește și el, al bidonului T (fig. 2.7.2.6).

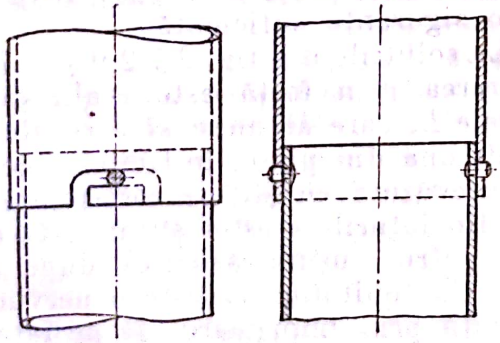


Fig. 2.7.2.7.

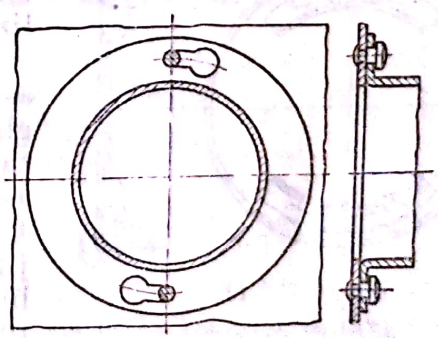


Fig. 2.7.2.8.

Îmbinări directe prin arcuire ale pieselor de formă tubulară

Îmbinările prin arc pot fi executate și ca îmbinări în baionetă (fig. 2.7.2.7 și 2.7.2.8). Ele se folosesc cel mai frecvent pentru îmbinarea corpu-

rilor cilindrice din tablă, la care ieşiturile de forma unor ştifturi radiale netede ale uneia din piese intră în crestăturile dispuse la unghi drept din cealaltă piesă (fig. 2.7.2.7). La îmbinarea a două piese, de obicei plate, se întîlneşte uneori execuţia uneia din piesecu ieşituri dispuse perpendicular faţă de suprafaţă, avînd forma unor ştifturi prevăzute cu cap, (fig. 2.7.2.8) decupările din cealaltă piesă fiind astfel concepute, încît după răsucire sau deplasare capetele ştifturilor să împiedice desfacerea.

Asigurarea necesară împotriva slăbirii se realizează prin aceea că piesele intră greu una în alta, datorită efectului de arcuire.

Dacă de exemplu la îmbinarea prin arcuire reprezentată în fig. 2.7.2.7, cele două ţevi se ajustează bine la îmbinare, este suficientă pentru asigu-

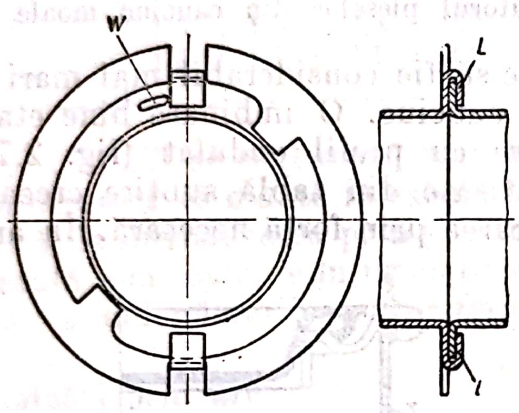


Fig. 2.7.2.9.

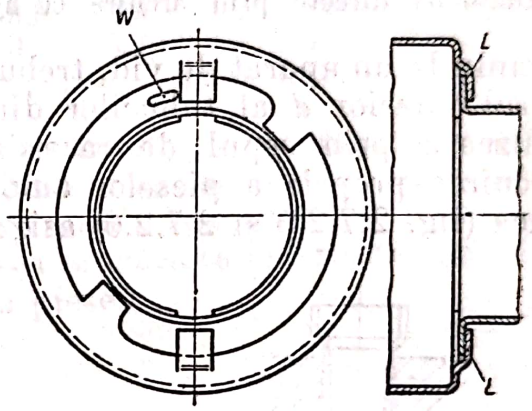


Fig. 2.7.2.10.

Îmbinări directe prin arcuire ale pieselor tubulare

are o mică îndoire cu arcuire a urechilor obţinute prin crestare, în unele cazuri chiar ovalitatea ţevilor, care există în orice caz, pentru a împiedica o slăbire în cazul unor zguduituri nu prea mari. La îmbinarea prin arcuire a unei ţevi cu flanşă de o placă (fig. 2.7.2.8), flanşa ar trebui să fie puţin ondulată în locurile slăbite prin decupare, pentru a realiza o siguranţă suficientă.

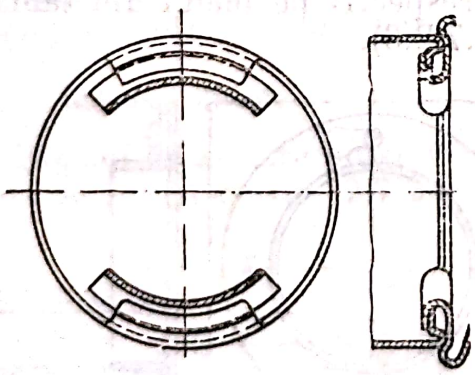


Fig. 2.7.2.11.
Îmbinare prin arcuire la o cutie de ramificaţie

La soluţiile din fig. 2.7.2.9 şi 2.7.2.10, asigurarea prin forţă este realizată prin ghiarele L, care arcuiesc şi care sînt purtate de una din piese, în timp ce cealaltă este prevăzută cu şlituri corespunzătoare. Una din laturile acestor şlituri este rotunjită, pentru a uşura răsucirea după asamblare. Ca limitator serveşte o nervură W, realizată prin imprimare, de pe faţa cealaltă.

În fig. 2.7.2.11 este arătată fixarea unui capac pe o cutie de ramificaţie, pentru instalaţii electrice. Capacul poartă ghiare care arcuiesc la asamblare, cînd ele se aşază sub ieşiturile cutiei. Aci se renunţă la realizarea de limitatoare de răsucire.

Scanned with OKEN Scanner

Îmbinările directe de arcuire cu arcuri inelare din sîrmă sînt arătate în fig. 2.7.2.12—2.7.2.14. Adîncimea canalului la arcul inelar simplu din fig. 2.7.2.12 este $d/2$ dacă d este grosimea sîrmei. Această adîncime trebuie riguros respectată, dacă acest arc inelar este folosit ca reazem pentru alte piese constructive. Cînd adîncimea este depășită, piesa constructivă care trebuie asigurată poate aluneca dincolo de inel; cînd adîncimea este mai mică, arcul inelar poate sări din canal, chiar la o solicitare laterală redusă. Dacă canalul este în mod intenționat tăiat mai adînc, și se folosește atunci

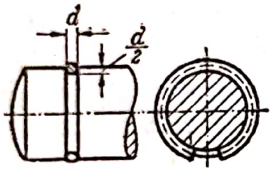


Fig. 2.7.2.12.
Arc inelar simplu

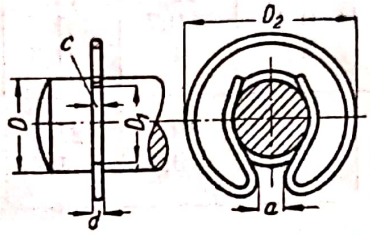


Fig. 2.7.2.13.
Arc inelar dublu

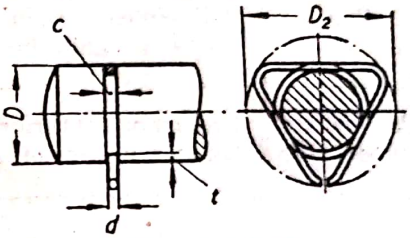


Fig. 2.7.2.14.
Arc inelar triunghiular

o sîrmă de grosime corespunzătoare, apar greutăți la montarea arcului inelar, respectiv la demontarea lui, acesta putînd fi solicitat dincolo de limita sa de elasticitate.

Urmărind o desfacere ușoară, se pot folosi arcuri inelare duble (fig. 2.7.2.13), care pot fi montate în direcție radială, în timp ce arcurile inelare simple (fig. 2.7.2.12) trebuie trase pe cep în direcție axială.

În tabela 2.7.2.1 sînt date valorile dimensiunilor pentru arcul inelar dublu din fig. 2.7.2.13. Trebuie observat ca sîrma să fie astfel îndoită, încît deschiderea a să fie considerabil mai mică înainte de montare, pentru ca arcul inelar să se așeze în canal cu o tensiune suficientă.

Tabela 2.7.2.1

Dimensiunile îmbinării cu arcuri inelare duble din sîrmă și cepuri (fig. 2.7.2.13), **în mm**

Cepul	Diametrul exterior, D	3—4	4—5	5—6	6—8	8—10	10—13
	Diametrul canalului, D_1	2	2,5	3,5	4	6	7
	Lățimea canalului, c	0,8	0,9	1	1,1	1,3	1,6
Arc inelar dublu	Diametrul exterior, D_2	8	10	12	14	17	20
	Deschiderea, a	1	1,5	1,8	2	3	4
	Diametrul sîrmei, d	0,7	0,8	0,9	1,2	1,2	1,5

Arcul inelar triunghiular din fig. 2.7.2.14, care trebuie montat tot din direcție axială, ca și arcul inelar simplu, prezintă față de acesta, avantajul că adîncimea canalului poate fi mai mare decît jumătate din diametrul sîrmei și că deci poate primi presiuni laterale relativ puternice, deoarece este așezat în canal cu toată grosimea sîrmei. Pentru diametre sub 10 mm, el este însă mai puțin recomandabil, deoarece în acest domeniu nu pot fi folosite decît grosimi mici de sîrme, dacă trebuie evitate deformările per-

Scanned with OKEN Scanner

manente care apar la montaj. Dimensiunile rezultă din tabela 2.7.2.2, care conține și valori rezultate din încercări pentru diametrul exterior, precum și pentru adîncimea și lățimea canalului. Înainte de montare, sîrma este îndoită în așa măsură, încît capetele sîrmei se suprapun.

Tabela 2.7.2.2

Dimensiunile îmbinării cu arcuri inelare triunghiulare și cepuri (fig. 2.7.2.14), **în mm**

Cep	Diametrul exterior, D	10	12	12	15	16	10
	Adîncimea canalului, t	0,7	0,7	1	1	1	1,4
	Lățimea canalului, c	1	1	1,3	1,3	1,3	1,7
Pas inelar triunghiular	Diametrul exterior, D_2	16	19	21	24	26,5	32
	Diametrul sîrmei, d	0,7	0,7	1	1	1	1,4

Ca limitatoare pe arbori sau în găuri se folosesc și arcuri inelare plate, care sînt standardizate ca inele de siguranță pentru arbori și pentru găuri. Mai sînt standardizate ca limitatoare pentru arbori și șaibele elastice plate așa-numitele șaibe de siguranță.

2.7.2.2. Îmbinări indirecte

Ca element de îmbinare, în fig. 2.7.2.15 este reprezentat un știft elastic standardizat. Este vorba de un cilindru din țeavă, spintecat pe toată lungimea sa și prevăzut cu o teșitură, pentru a ușura introducerea în găurile date ale pieselor care trebuie îmbinate. Știfturile elastice din țeavă se execută rațional prin rulare, din tablă moale de oțel, așa încît să rămînă un

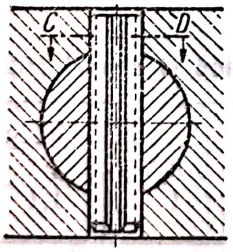


Fig. 2.7.2.15.

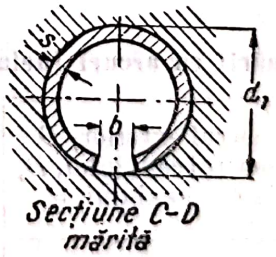


Fig. 2.7.2.16.

Îmbinare indirectă cu arcuire

șliț longitudinal. După ce s-a strunjit teșirea, știftul este călit și revenit în mod corespunzător.

După cum se vede din fig. 2.7.2.16, fanta rămîne deschisă chiar și după presarea știftului elastic în gaura de diametru mai mic d_1. Față de știftul cilindric (cap. 2.7.1), știftul elastic prezintă avantajul unei arcuiri mai mari a materialului în formă de țeavă, așa încît sînt admisibile strîngeri radiale mai mari. În unele cazuri, știftul elastic poate fi folosit din nou

pentru îmbinarea aceloraşi piese, după extrageri repetate. Din tabela 2.7.2.3 rezultă valorile diametrelor d_1 care corespund pentru diametrele ştifturilor, precum şi grosimea s a peretelui.

Tabela 2.7.2.3

Dimensiunile îmbinărilor cu arcuire prin ştifturi elastice (fig. 2.7.2.16), în mm

Diametrul ştiftului elastic	1,2	1,7	2	2,3	2,8	3,3	3,8	4,4	5,4	6,4	7,5	8,5
Diametrul găurii, d_1	1	1,5	1,8	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8
Grosimea peretelui, s	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,8	1	1,25	1,5	1,5

Arcurile inelare simple din sîrmă se folosesc şi ca piese de îmbinare (fig. 2.7.2.17—2.7.2.19). Piesa exterioară (fig. 2.7.2.17) este crestată şi are un canal pentru a primi arcul inelar. Acest arc inelar este introdus prin arcuire în canal, după asamblarea pieselor, realizîndu-se astfel îmbinarea.

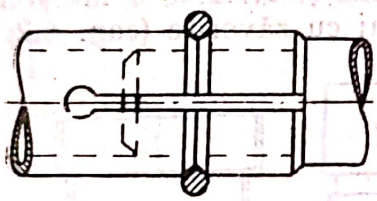


Fig. 2.7.2.17.

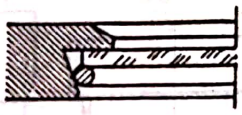


Fig. 2.7.2.18.

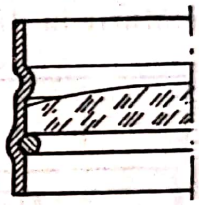


Fig. 2.7.2.19.

Îmbinări indirecte de arcuire cu arcuri inelare simple

Discurile şi lentilele din sticlă pot fi asamblate cu ramele metalice prin arcuri inelare simple. Procedeul asamblării se poate observa în fig. 2.7.2.18 şi 2.7.2.19. Folosirea unui inel din tablă ca element de îmbinare este arătată în fig. 2.7.2.20. Aci, o placă din sticlă este introdusă în carcasa cilindrică, executată din tablă, a unui aparat de măsurat şi este ţinută acolo cu ajutorul unui inel din tablă presat în interiorul carcasei, în timp ce pentru etanşare foloseşte un inel constituit dintr-un tub de cauciuc.

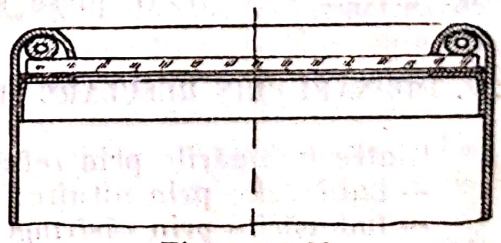


Fig. 2.7.2.20.

Fixarea unei plăci din sticlă în capacul unui aparat de măsurat

La îmbinarea prin arcuire arătată în fig. 2.7.2.21 se foloseşte un arc lamelar în formă de furcă, servind drept element de îmbinare. După asamblarea pieselor, arcul trebuie împins în canalul de la capătul bolţului, ceea ce face ca suprafaţa umărului bolţului să se aşeze cu asigurare prin forţă pe piesa din tablă.

În locul arcului lamelar poate fi prevăzut şi un arc cilindric de compresiune (fig. 2.7.2.22). După introducerea bolţului în placa de lagăr, se aşază pe cepul bolţului întîi arcul de compresiune şi apoi căpăcelul. Piesele sînt apăsate, pentru ca arcul să se strîngă, după care se introduce ştiftul cilindric, care intră uşor în gaura din cep şi realizează astfel îmbinarea.

Dacă pentru realizarea și desfacerea îmbinării prin arc nu se admite decît o forță mică, o asigurare prin efectul de arcuire nu ar fi suficientă, deoarece nu se pot prevedea decît arcuri slabe. În asemenea cazuri, se pot

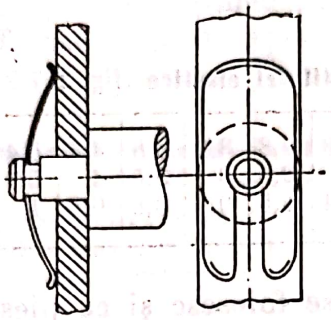


Fig. 2.7.2.21.

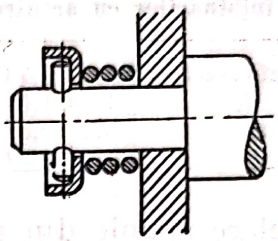


Fig. 2.7.2.22.

Arc lamelar și arc de compresiune ca elemente de îmbinare

prevedea la îmbinările cu arc conform fig. 2.7.2.23 și 2.7.2.25 o întoarcere a crestăturii în direcția axială, ca și la un blocaj cu zăvorîre (cap. 4.2.1).

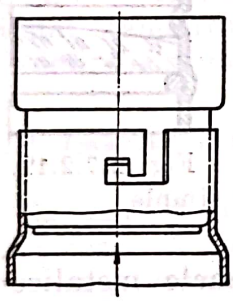


Fig. 2.7.2.23.

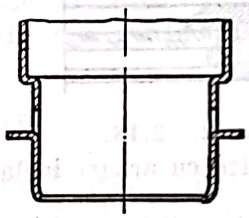


Fig. 2.7.2.24.

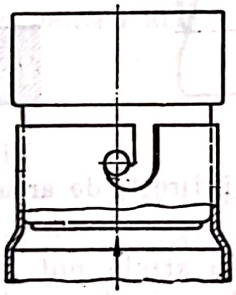


Fig. 2.7.2.25.

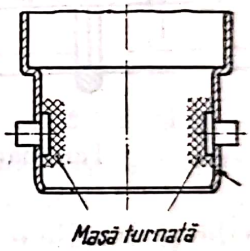


Fig. 2.7.2.26.

Îmbinări prin arcuire cu închizătoare „baionetă" la duliile lămpilor incandescente

Prin arcuri se asigură ca știfturile transversale (fig. 2.7.2.24) sau urechile (fig. 2.7.2.26) celeilalte piese să rămînă fixate în locașurile respective.

2.8. ÎMBINĂRI PRIN REFULARE ȘI ÎNDOIRE

Dintre îmbinările prin refulare și îndoire fac parte:
— îmbinările prin nituire;
— îmbinările prin răsfrîngere;
— îmbinările prin falț;
— îmbinările prin urechi;
— îmbinările prin ziguire;
— îmbinările prin imprimare;
— îmbinările prin lărgire sau îngustare.

Îmbinările prin refulare și îndoire sînt în general îmbinări care se bazează pe o asigurare prin formă.

La o îmbinare prin nituire, forma este realizată prin refularea capului de închidere, iar la o îmbinare prin răsfrîngere, prin răsfrîngerea marginii

ieșite în afară. Prin îndoirea marginilor prinse una în alta a tablelor se realizează o îmbinare prin falț. La îmbinările prin urechi asigurarea prin formă se realizează prin îndoirea unor urechi care trec prin decupările contrapiesei. Îmbinările prin ziguire, frecvent folosite la piesele din țeavă, se realizează prin imprimarea de nervuri. Îmbinările prin imprimare își capătă asigurarea prin formă datorită deplasărilor de material, iar îmbinările prin lărgire sau îngustare, tocmai prin această lărgire sau îngustare.

Trebuie însă observat că la aceste îmbinări apare, pe lîngă asigurarea prin formă, și o asigurare prin forță, cu ajutorul căreia slăbirea îmbinării este împiedicată cu succes.

2.8.1. Îmbinările prin nituire

Îmbinările indirecte prin nituire sînt îmbinări de piese prin unul sau mai multe nituri. Acestea se introduc întîi în găurile de nit ale pieselor, apoi tijele care ies în afară ale niturilor sînt refulate, pentru a forma capete de închidere.

Îmbinările directe prin nituire sînt îmbinări de piese prin unul sau mai multe cepuri de nituire, care aparțin uneia din piese. Aceste cepuri de nituire intră în găurile respective ale celeilalte piese, după care se realizează formarea capului de închidere ca și la nituirile indirecte.

Deplasarea reciprocă a pieselor nituite este împiedicată exclusiv prin frecare, deoarece cepul de nituire, respectiv tija nitului, are joc în gaura de nit. Frecarea se produce datorită strîngerii pieselor între ele la formarea capului de închidere. Deoarece, de obicei, capul de închidere se formează la rece, strîngerea pieselor care se produce la nituirea la cald prin contractarea cepului, respectiv a tijei nitului, la răcirea acestora, nu mai are loc.

2.8.1.1. Procedee de nituire

În mecanica fină nu se folosește nituirea la cald decît în cazuri excepționale, și anume pentru nituirea pieselor metalice în piese din materiale ceramice. În acest caz, nituirea la rece ar solicita prea mult materialul ceramic. Tija nitului, respectiv cepul de nituire, sînt încălzite pe cale electrică, după introducerea în piesa ceramică, asemănător cu sistemul de sudare prin puncte (cap. 2.2.1.2). Trebuie menționat că nituirea la cald se aplică și pieselor din materiale plastice.

Calitatea asigurării prin formă care se produce datorită frecării depinde în mare măsură de proprietățile materialelor folosite și de felul nituirii. Deplasarea reciprocă a pieselor nituite poate fi însă împiedicată și printr-o asigurare prin formă a nitului sau a cepului de nituire în gaura de nit, dacă gaura este umplută complet de nit după nituire.

Asigurarea prin formă a tijei sau cepului de nituire va avea, după felul îmbinării prin nituire, diferite grade de calitate. O tijă plină sau un cep plin se va turti puțin la nituire, va umple astfel mai mult sau mai puțin gaura de nit și va forma deci o asigurare prin formă corespunzătoare

pereților găurii, în timp ce un cep sau o tijă teșită vor fi mai puțin turtite, fiind numai refulate la capăt.

Dacă slăbirea îmbinării trebuie împiedicată chiar la lovituri puternice și permanente, este recomandabil ca nitul să fie introdus în gaură cu un ajustaj cu strîngere (cap. 2.7.1).

2.8.1.2. Calculul îmbinărilor prin nituire

În domeniul mecanicii fine nu se procedează în general la o calculare a niturilor și pieselor cu cep de nituire la rezistență, deoarece forțele care apar în funcționare sînt de obicei atît de mici, încît chiar numai din motive de execuție se aleg dimensiuni mai mari decît cele care ar rezulta din calcul, în timp ce loviturile și solicitările mari care apar ocazional de obicei nu pot fi prinse în calcul.

2.8.1.3. Materiale

Pentru executarea niturilor și a cepurilor de nituire se folosesc toate metalele care sînt destul de moi, pentru a se putea forma capul de închidere, respectiv care devin moi prin recoacere. În afară de aceasta se cere, în deosebi la fabricația de masă, o bună prelucrabilitate. Materialele cele mai frecvent folosite pentru nituri, respectiv pentru cepuri sînt: oțelul moale, aluminiul, alama și cuprul.

Piesele care poartă găurile de nit pot fi mai dure sau mai moi decît niturile, respectiv cepurile de nituire. Piesele cu găuri de nit din materiale mai dure permit o solicitare mai puternică la formarea cepului de închidere decît cele moi. De aceea, în asemenea cazuri se pot prevedea nituri pline, respectiv cepuri pline, care, după cum este de la sine înțeles, dau cea mai mare rezistență posibilă îmbinării prin nituire. La piesele cu găuri de nit, executate din materiale mai moi, solicitarea trebuie micșorată prin folosirea de cepuri, respectiv tije de nit, cu adîncitură axială în cap. La materialele foarte moi și la materialele izolante trebuie așezate șaibe metalice sau alte piese asemănătoare sub cepul de închidere al nitului, pentru a distribui presiunea pe o suprafață mai mare. În general piesele care poartă găurile de nit sînt executate din tablă de oțel, aluminiu, bronz, alpaca, alamă. Ca materiale izolante se folosesc mai ales materiale stratificate, și anume atît cele pe bază de hîrtie (pertinax), cît și cele pe bază textilă (textolit).

2.8.1.4. Tratarea suprafețelor

La o solicitare redusă la nituire se pot nitui bine și piesele lăcuite, cu condiția să fi fost bine tratate la lăcuire, totuși uneori este preferabilă lăcuirea după nituire. O tratare galvanică, de exemplu nichelarea, trebuie să se execute însă totdeauna înaintea nituirii, deoarece în caz contrar rezidurile cu conținut de acid din baie, care nu pot fi evitate, pătrund în interstiții și duc la coroziuni. Pentru ca stratul superficial să nu crape la nituire, trebuie dată o deosebită grijă la tratarea galvanică, pentru a se realiza un strat destul de tenace și cît mai aderent.

Scanned with OKEN Scanner

2.8.1.5. Clasificarea îmbinărilor prin nituire

Pentru nituirea indirectă se folosesc aproape exclusiv nituri cu secțiunea tijei rotundă. La îmbinările directe prin nituire se pot întîlni și secțiuni poligonale ale cepurilor, care se pot decupa foarte simplu din tablă. Dimpotrivă la nituirea pieselor strunjite se vor folosi de obicei cepuri cilindrice. Dacă există numai un cep de nituire cilindric, trebuie prevăzută o asigurare adecuată împotriva răsucirii, în caz că îmbinarea este solicitată intens la răsucire. Cepul nitului poate rămîne plin sau poate fi adîncit în cap, așa cum s-a arătat. Cele expuse sînt valabile și pentru îmbinările indirecte de nituire.

2.8.1.6. Îmbinări directe

2.8.1.6.1. *Alegerea ajustajului*

În general se tinde să se folosească ca ajustaj între corpul nitului și diametrul găurii de nit un ajustaj cu joc (cap. 3.2). În acest caz, însă, tija nitului se turtește la formarea capului de închidere. Prin aceasta, materialul piesei în care este dată gaura de nit poate fi considerabil solicitat în unele cazuri. Din această cauză, la materialele moi și la cele foarte casante este mai avantajos un ajustaj cu strîngere (cap. 2.7.1). Același lucru se recomandă și pentru tablele subțiri, care altfel se deformează ușor. Un ajustaj cu strîngere va fi folosit și atunci cînd trebuie respectată o anumită poziție a tijei nitului. La nituirea îmbinărilor cu ajustaj cu strîngere se poate evita o turtire prea puternică a tijei nitului, deoarece nu trebuie deformat decît materialul de la capătul tijei. Din motive de execuție, tijele și găurile de nit poligonale impun adesea un ajustaj cu joc.

2.8.1.6.2. *Tije de nit rotunde și pline*

Îmbinările de nituire cu tije de nit rotunde și pline au o mare rezistență. Dezavantajul lor este că la formarea capului de închidere piesele sînt puternic solicitate. Solicitarea se poate evita prin folosirea unui căpuitor rotativ.

Dacă capul de închidere este amplasat pe suprafața exterioară a unui aparat sau a unei mașini și se pune preț pe un aspect frumos, capul de închidere se formează așa cum se arată în fig. 2.8.1.1, ceea ce comportă o execuție deosebit de îngrijită și folosirea unui căpuitor de formă corespunzătoare. Gaura de nit trebuie să fie ușor teșită în acest caz sau cel puțin debavurată, pentru a ușura formarea capului de închidere. Înălțimea k a capului de închidere se va alege aproximativ egală cu $d/3$, dacă d este diametrul tijei. Pentru simplificarea execuției însă, capul de închidere capătă formele arătate în fig. 2.8.1.2. și 2.8.1.3., la care tija este numai puțin turtită, dacă nu se cere decît o rezistență redusă. Dacă capetele de închidere sînt amplasate în interiorul aparatului sau al mașinii se recomandă formele de cap arătate în fig. 2.8.1.2. — 2.8.1.5. Capetele reprezentate în fig. 2.8.1.4. și 2.8.1.5. sînt ascunse. Aceasta se impune atunci cînd trebuie realizată o suprafață netedă de așezare A pentru alte elemente de construcție, care trebuie fixate pe peretele respectiv sau care sînt ghidate de-a lungul acestuia. În cazul unei

grosimi suficiente a tablei, se poate prevedea o adîncitură plană (fig. 2.8.1.4); la tablele mai subțiri se procedează la ambutisarea lor (fig. 2.8.1.5).

Dacă rezistența unei îmbinări prin nituire (fig. 2.8.1.2. sau 2.8.1.3) nu este suficientă, se folosesc mai bine capete de închidere înecate (fig. 2.8.1.6 — 2.8.1.8). Trebuie avut în vedere că în aceste cazuri capul de închidere nu este la același nivel cu suprafața tablei, ci iese în afară cu mărimea *b* (circa

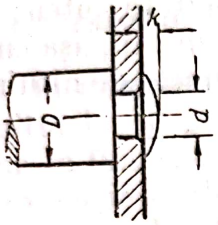


Fig. 2.8.1.1.
Cap de închidere bombat

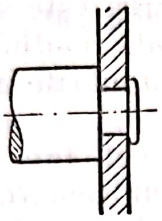


Fig. 2.8.1.2.
Cap de închidere plat

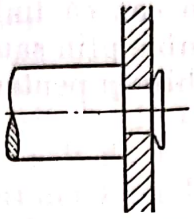


Fig. 2.8.1.3.

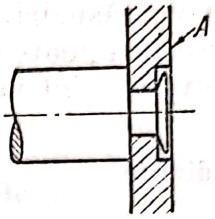


Fig. 2.8.1.4.

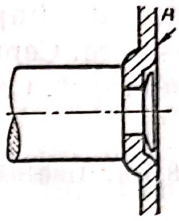


Fig. 2.8.1.5.

Capete de închidere conice

0,3 mm). Dacă se cere înecarea completă, capul trebuie ulterior nivelat prin polizare, în care caz este inevitabilă atacarea suprafeței tablei. La o grosime suficientă a tablei *s*, înecarea se face cu un unghi de 75° (fig. 2.8.1.6), iar dacă tabla este prea subțire, la 90° (fig. 2.8.1.7). În toate cazurile trebuie avut în vedere ca să rămînă un ghidaj cilindric *a* cît mai lung posibil. La teșiri

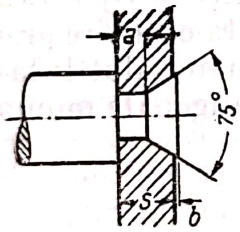


Fig. 2.8.1.6.
Cap de închidere cu con la 75°

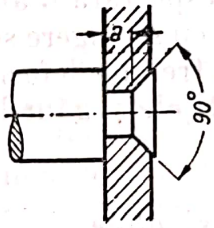


Fig 2.8.1.7.
Cap de închidere cu con la 90°

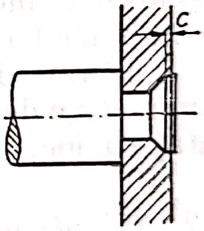


Fig. 2.8.1.8.
Cap de închidere conic cu porțiune cilindrică

(fig. 2.8.1.6 și 2.8.1.7) rezultă toleranțe mari pentru diametrul de teșire, care însă sînt admisibile și la diametrele mai mici. La dimensiuni mai mari apare o crăpătură în formă de ciupercă a capului de închidere. Remediul constă în executarea unei teșiri cu ieșire cilindrică (fig. 2.8.1.8).

Forme speciale pentru cap se întîlnesc la nituirea contactelor electrice din metale nobile pe lamele de arc. Se folosește un corp de contact de forma unui nit, care este prevăzut de obicei la unul din capete cu un cap perforat.

La nituirea contactelor din argint sau alte materiale asemănătoare cu arcuri lamelare, în tehnica telecomunicațiilor se folosesc de obicei nituri din alpaca, alamă sau bronz, de 0,3 pînă la 1 mm grosime. Dimensiunile contactelor sînt standardizate. Ele se execută din sîrmă, pe mașini automate.

2.8.1.6.3. *Cepuri de nit rotunde și adîncite*

Prin adîncirea capului cepului se ușurează formarea capului nitului și se reduce turtirea. Solicitarea pieselor la nituire este deci mai redusă, însă în

schimb se reduce rezistența îmbinării prin nituire, deoarece este posibilă smulgerea cepului nitului. În deosebi la cepuri cu diametrul mai mare, rezistența este de obicei suficientă. În funcție de mărimea diametrului, se va alege o adîncire conică (fig. 2.8.1.9) sau o adîncire tronconică (fig. 2.8.1.11). Trebuie avut în vedere ca să rămînă în capul cepului o suprafață inelară *a*. O muchie

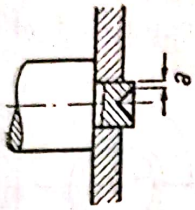


Fig. 2.8.1.9.
Cep cu adîncire conică în cap

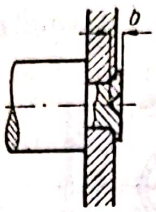


Fig. 2.8.1.10.

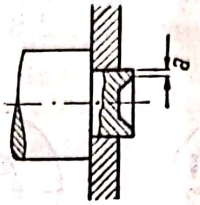


Fig. 2.8.1.11.
Cep cu adîncire tronconică în cap

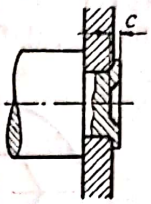


Fig. 2.8.1.12.

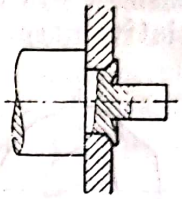


Fig. 2.8.1.13.
Nituire cu cep intermediar

ascuțită la capătul cepului ar necesita pentru strunjirea cepului toleranțe mari la lungime. La nituire trebuie avut grijă ca vîrful (fig. 2.8.1.10) și suprafața (fig. 2.8.1.12) să fie vizibile după nituire, altfel ar dispare avantajul nituirii mai ușoare.

În fig. 2.8.1.13 este reprezentată o nituire cu cep intermediar.

2.8.1.6.4. *Cepuri rotunde de nit cu asigurare împotriva răsucirii*

Dacă este posibil ca piesele nituite să se răsucească una față de alta, trebuie luate măsuri speciale de asigurare, dacă momentul de răsucire dat de frecarea datorită asigurării prin forță a îmbinării prin nituire nu este suficient.

Pentru a da o imagine a mărimii momentului de răsucire care se poate produce într-un asemenea caz, se reprezintă în fig. 2.8.1.14 valorile respective în kgf · cm a cepurilor de nit pline avînd diametrul de 2 pînă la 9 mm.

Se presupune în acest caz că nituirea a fost executată conform fig. 2.8.1.6. Se mai admite că cepul este din oțel, iar piesa în care este dată gaura de nit, din oțel sau alamă. La folosirea aluminiului rezultă valori considerabil mai reduse. La solicitări mai mari trebuie deci prevăzută o asigurare împotriva răsucirii.

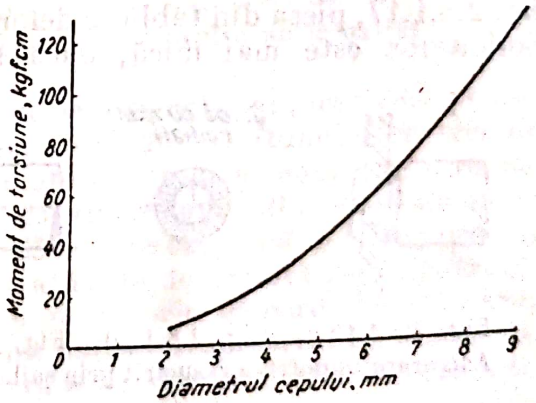


Fig. 2.8.1.14.
Momente de răsucire la îmbinările prin nituire cu cep plin (conform fig. 2.8.1.6.)

Asigurarea poate consta în mărirea frecării la locurile de contact ale pieselor nituite sau în construirea uneia din piese în așa fel, încît asigurarea prin forță să fie mai mult sau mai puțin înlocuită printr-o asigurare prin formă. Se poate însă prevedea și un element separat ca mijloc de asigurare.

O îmbinare prin nituire se asigură, în general, printr-o formă specială a piesei care cuprinde găurile de nit, atunci cînd cepul este mai moale decît

piesa cu găuri de nit. Cînd gaura de nit nu are forma circulară, se realizează o asigurare prin formă, dacă cepul moale umple gaura la nituire.

La executarea găurii de nit (fig. 2.8.1.15), cepul rotund trebuie să aibă un ajustaj cu strîngere, imprimarea materialului cepului în cele trei crestături la nituire fiind astfel imposibilă. O asemenea asigurare se folosește la piese sensibile din tablă, a căror poziție de centrare trebuie respectată cu precizie relativ mare. La execuția conform fig. 2.8.1.16, diametrul cepului trebuie

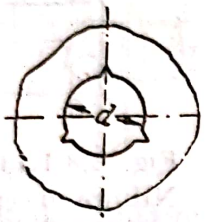


Fig. 2.8.1.15. Gaură cu trei crestături

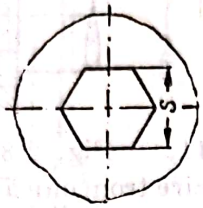


Fig. 2.8.1.16. Gaură hexagonală

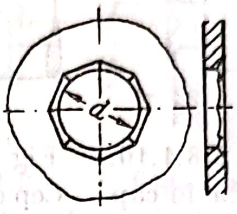


Fig. 2.8.1.17. Adîncire cu colțuri imprimate

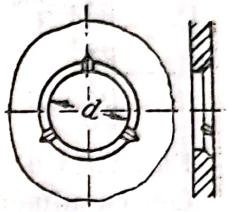


Fig. 2.8.1.18. Adîncire conică crestată

să fie egal cu deschiderea *s* a găurii hexagonale. La nituire, cepul cu secțiune rotundă deformîndu-se capătă aproape o secțiune hexagonală și se obține astfel o bună asigurare, bineînțeles în schimbul unei neprecizii cu privire la respectarea poziției de centru.

Execuțiile reprezentate în fig. 2.8.1.17 și 2.8.1.18 se pot aplica numai la tablele cu grosimi de peste 1,5 mm. Capul de închidere este înecat. Ajustajul dintre cepul nitului și gaura de nit poate fi, în funcție de domeniul de utilizare, un ajustaj cu strîngere sau un ajustaj cu joc. Depărtarea de la marginea tablei trebuie să fie destul de mare, deoarece piesele sînt foarte solicitate la nituire. Precizia respectării poziției centrului depinde de ajustajul cepului și de solicitarea piesei din tablă la formarea crestăturilor. La execuția reprezentată în fig. 2.8.1.17, piesa din tablă se deformează puternic la imprimarea colțurilor. Solicitarea este mai mică, dacă se imprimă numai trei crestături mici

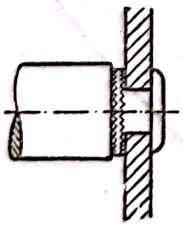


Fig. 2.8.1.19.

Fig. 2.8.1.20.

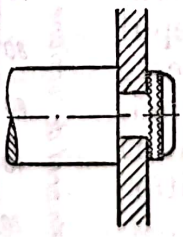


Fig. 2.8.1.21. Asigurare împotriva răsucirii prin șaibe zimțate

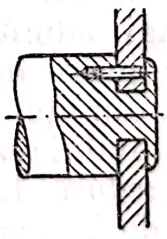


Fig. 2.8.1.22.

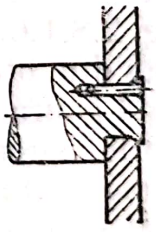


Fig. 2.8.1.23. Asigurare împotriva răsucirii prin știfturi cilindrice

(fig. 2.8.1.18), totuși în acest caz rezultă, cum este ușor de înțeles, o asigurare mai puțin eficace decît în cazul soluției reprezentate în fig. 2.8.1.17.

La folosirea unei piese suplimentare de asigurare, efectul acesteia se bazează fie pe faptul că asigurarea prin forță a îmbinării prin nituire este înlocuită în măsură mai mică sau mai mare printr-o asigurare prin formă, fie prin crearea de către piesa suplimentară de asigurare a unei îmbinăr

suplimentare cu asigurare prin formă, care servește pentru descărcarea îmbinării.

O șaibă intermediară cu zimți radiali (fig. 2.8.1.20) se folosește atunci cînd piesele care se nituiesc au aproximativ aceeași duritate, așa încît o șaibă zimțată mai dură se imprimă cu ambele sale fețe în material. Domeniul principal de aplicare este de aceea la piesele din aluminiu. O șaibă cu zimți radiali poate fi așezată fie sub umăr (fig. 2.8.1.19), fie sub capul de închidere (fig. 2.8.1.21). O asigurare mai bună împotriva răsucirii se obține, în deosebi la diametrele de cep peste 3 mm, dacă șaiba este așezată sub umăr. Trebuie avut însă în vedere că perpendicularitatea nu este asigurată și dacă aceasta se impune, șaiba va fi așezată sub capul de închidere.

La soluțiile reprezentate în fig. 2.8.1.22 și 2.8.1.23 se poate obține, printr-un știft suplimentar, o asigurare prin formă atît de bună, încît piesele nituite mai repede se rup, decît să se răsucească. Avantajul constă în aceea că introducerea știftului se face abia după nituirea cepului (în general cu cap de închidere îngropat). Soluția din fig. 2.8.1.23 prezintă dezavantajul că, la darea găurii, burghiul se poate deplasa, mai ales dacă materialele sînt diferite. La execuția reprezentată în fig. 2.8.1.22, piesa care poartă cepul de nituire trebuie să fie prevăzută cu un umăr de diametru relativ mare, ceea ce scumpește considerabil execuția. La construcția reprezentată în fig. 2.8.1.24, șaiba *a* cu gaura de păsuire în care intră umărul de secțiune pătrată

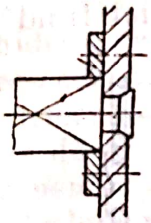


Fig. 2.8.1.24.

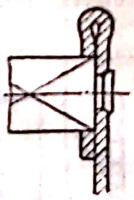


Fig. 2.8.1.25.

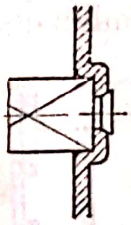


Fig. 2.8.1.26.

Asigurare împotriva răsucirii prin găuri patrate pentru umăr patrat

trebuie să fie îmbinată prin două nituri sau pe altă cale cu piesa care poartă gaura de nit. Această construcție este rentabilă numai atunci cînd trebuie amplasate unul lîngă altul și foarte apropiate mai multe cepuri, în care caz șaiba *a* capătă o formă corespunzătoare și cuprinde numărul necesar de găuri cu ajustaj. La soluția arătată în fig. 2.8.1.25 se cere ca, după îndoirea urechii cu gaură pătrată, gaura cepului să fie centrată față de această gaură pătrată. Din motive de execuție, gaura pentru cep se dă prin găurire sau ștanțare, după îndoirea urechii, centrînd-o după gaura pătrată respectivă. La materiale moi (de exemplu aluminiu) se poate adopta o soluție mai ieftină, care este arătată în fig. 2.8.1.26.

2.8.1.6.5. *Cepuri de nit poligonale*

Prin asigurarea prin formă a unui cep de nit poligonal care intră într-o gaură de nit de aceeași formă se obține în același timp o bună asigurare împotriva răsucirii. Ținînd seama de condițiile de execuție, între cep și gaura de nit se va alege totdeauna un ajustaj cu joc.

Dacă o piesă strunjită trebuie nituită cu o tablă, se poate executa prin frezare un cep de nit poligonal, ceea ce dă o bună asigurare împotriva răsucirii. În cele mai multe cazuri ajunge o frezare laterală (fig. 2.8.1.27). O asigurare mai bună se obține prin două fețe frezate (fig. 2.8.1.28) sau prin crestarea cepului cilindric (fig. 2.8.1.29). Soluția din fig. 2.8.1.27 prezintă avantajul că piesele nu pot fi nituite împreună, decît într-o singură poziție.

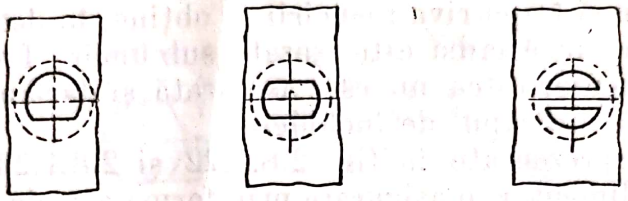


Fig. 2.8.1.27. Fig. 2.8.1.28. Fig. 2.8.1.29.
Asigurare împotriva răsucirii prin fețe plane la cepurile rotunde de nit și la găurile de nit

Cele mai des întîlnite sînt cepurile dreptunghiulare realizate prin decupări, mai ales atunci cînd avem de a face cu îmbinarea prin nituire a pieselor din tablă așezate perpendicular una față de cealaltă. În fig. 2.8.1.30 și 2.8.1.31 se arată asemenea îmbinări de nituire cu un cep plin.

Nituirea este ușurată, dacă capătul cepului ia forma arătată în fig. 2.8.1.32, îmbinarea prin nituire realizată astfel fiind reprezentată în

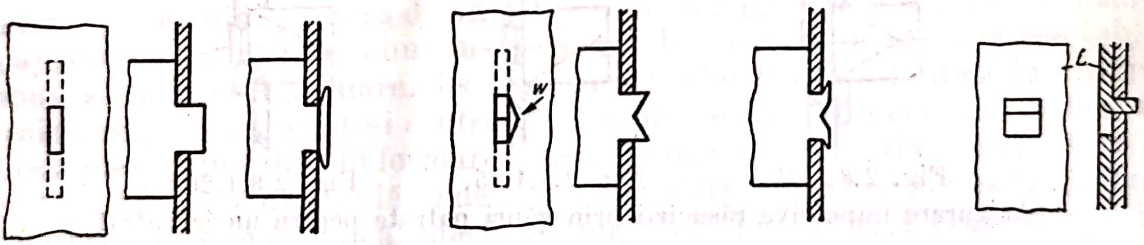


Fig. 2.8.1.30. Fig. 2.8.1.31. Fig. 2.8.1.32. Fig. 2.8.1.33. Fig. 2.8.1.34.
Îmbinări prin nituire la piesele din tablă

fig. 2.8.1.33. La piesele din table subțiri, poansonarea găurilor pătrate este anevoioasă (poansoane prea înguste). Pentru întărirea poansonului, se prevede uneori forma de gaură arătată în fig. 2.8.1.32. La nituire trebuie observat în acest caz ca cepul nitului să nu intre în decuparea unghiulară w.

La îmbinarea prin nituire a două plăci așezate una peste alta (fig. 2.8.1.34), capul de închidere trebuie rezemat dinspre partea golului în timpul nituirii, deoarece în caz contrar se poate întîmpla ca cepul, obținut prin îndoire din tabla L, să se rupă.

2.8.1.7. Îmbinări indirecte prin nituire

La îmbinările indirecte prin nituire se folosesc ca piese de îmbinare aproape numai nituri pline standardizate. Niturile tubulare standardizate servesc drept elemente de îmbinare pentru îmbinările prin răsfrîngere (cap. 2.8.2).

Scanned with OKEN Scanner

2.8.1.7.1. *Forma niturilor*

Denumirea niturilor pline standardizate este dată în funcție de forma capului. Formele cele mai des folosite în mecanica fină sînt niturile cu cap semirotund (fig. 2.8.1.35) și niturile cu cap înecat (fig. 2.8.1.36), precum și nituri cu cap semiînecat (fig. 2.8.1.37). Pentru cazuri speciale, sînt prevăzute

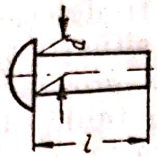


Fig. 2.8.1.35. Nit cu cap semirotund

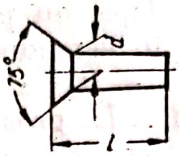


Fig. 2.8.1.36. Nit cu cap înecat

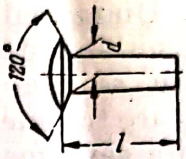


Fig. 2.8.1.37. Nit cu cap semiînecat

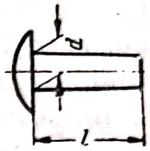


Fig. 2.8.1.38. Nit cu cap mare bombat

nituri cu cap mare bombat, cu suprafață deosebit de mare de așezare a capului (fig. 2.8.1.38).

Pentru nituirea pieselor din piele se folosesc nituri de formă specială cu cap plat, standardizate pentru diametrul d al tijei sub 10 mm.

Capul niturilor cu cap semirotund iese în afară cu aceeași dimensiune ca și capul de închidere (fig. 2.8.1.39), dacă are aceleași dimensiuni ca și capul nitului. În general însă, capul de închidere poate rămîne mai mic decît capul nitului. La nituirea plăcilor izolante trebuie prevăzute șaibe sub capul nitului și sub capul de închidere, pentru a distribui solicitările pe o suprafață mai mare. La materiale care cedează foarte mult, cum sînt pielea și țesăturile, se pot folosi drept înlocuitori și nituri cu cap mare bombat (fig. 2.8.1.42 și 2.8.1.43).

La îmbinările de nituire cu nituri cu cap înecat (fig. 2.8.1.40) trebuie avut în vedere ca pentru adînciturile necesare să existe o grosime suficientă a tablei. Capetele trebuie să iasă în afară ca mărimea a egală cu circa 0,3 mm. Dacă capetele trebuie să fie la același nivel cu suprafața tablei, se impune executarea unei polarizări ulterioare.

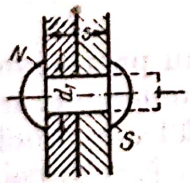


Fig. 2.8.1.39. Cap de închidere semirotund

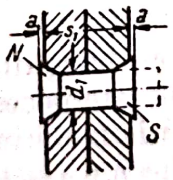


Fig. 2.8.1.40. Cap de închidere înecat

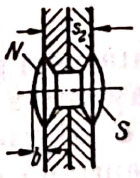


Fig. 2.8.1.41. Cap de închidere semiînecat

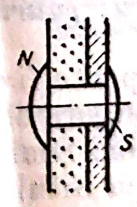


Fig. 2.8.1.42. Cap de închidere mare bombat

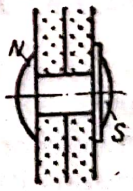


Fig. 2.8.1.43

Niturile cu cap semiînecat se folosesc la tablele subțiri și moi. În acest caz capul iese în afară numai cu înălțimea b a părții bombate (fig. 2.8.1.41). Adînciri cu un unghi de 120° trebuie prevăzute numai la metale mai dure. La metale mai moi, adîncirea se formează de la sine, la nituire.

Deoarece fabricația niturilor pline normalizate cît și nituirea însăși sînt procese pure de refulare, materialul nitului trebuie să fie în toate cazurile suficient de moale. Se folosesc de aceea mai ales oțel moale, alamă, cupru sau aluminiu.

2.8.1.7.2. *Tija nitului*

Tija nitului este conică la niturile pline standardizate, corespunzător procesului de fabricație prin presare la rece; diametrul la capătul tijei este mai mic decît al capului nitului cu 0,5 mm pentru un diametru nominal d sub 3 mm și cu circa 0,1 mm pentru un diametru nominal peste 3 mm (fig. 2.8.1.35 — 2.8.1.38). Diametrul d al tijei nu poate fi determinat în general prin calcul. Dacă nu sînt de luat în considerație situații speciale, este suficient un diametru al tijei $d = 1 + 0{,}5\ s$ la o grosime totală $s = 2 \ldots 12$ mm a pieselor care trebuie nituite. La grosimi de tablă sub 2 mm se va alege de obicei o tijă ceva mai subțire decît ar rezulta din formula prezentată. Pe de altă parte, valorile din formulă vor trebui depășite dacă în funcționarea continuă apar solicitări deosebit de mari datorită șocurilor.

Lungimea tijei trebuie să fie suficient dimensionată, ca să se poată forma capul nitului și să se umple golul dintre tijă și peretele găurii. Deoarece forma capului este foarte variată, jocul tijei în gaura de nit diferă de la caz la caz, iar tija nitului nu se turtește în aceeași măsură la diferitele materiale, lungimi de nit și procedee de nituire. Lungimea corectă a tijei va trebui stabilită prin încercări în cele mai multe cazuri. Valorile rezultate din experiență sînt stabilite în norme.

2.8.1.7.3. *Forma capului de închidere*

Capul de închidere capătă aceeași formă și aceleași dimensiuni ca și capul nitului dacă acest lucru este necesar din motive de rezistență (fig. 2.8.1.39 — 2.8.1.41). La o îmbinare de nituire cu nituri cu cap semirotund, capul de închidere poate fi și plat (fig. 2.8.1.2. și 2.8.1.3). Piesele sînt în acest caz mai puțin solicitate la nituire. Dacă este cazul, se poate executa la un nit cu cap semirotund și un cap de închidere înecat.

2.8.1.7.4. *Diametrul găurii de nit*

Gaura de nit poate fi realizată prin găurire cu burghiul sau prin poansonare. Pentru a asigura o bună așezare a tablelor este necesară o debavurare a muchiilor găurilor. Diametrul d_1 al găurii de nit trebuie astfel ales, încît ajustajul dintre tija nitului și gaura de nit să fie un ajustaj cu joc. Tabela 2.8.1.1. indică valoarea jocului dintre diametrul tijei nitului și diametrul găurii de nit.

Materialul pieselor care se îmbină prin nituire trebuie să aibă o rezistență suficientă, pentru a putea prelua solicitările care se produc la nituire. Acest

Tabela 2.8.1.1

Mărimea jocului la îmbinările prin nituri, în mm

Diametrul nitului, d	1—1,7	2—3,5	4—5	6—8	9
Jocul, $d_1 - d$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

Scanned with OKEN Scanner

lucru trebuie avut în vedere mai ales la piesele din materiale izolante, al căror domeniu de folosire, ca piese care să poarte găuri de nit, este limitat din această cauză.

2.8.2. Îmbinări prin răsfrîngere

Îmbinările prin răsfrîngere sînt îmbinări a două sau mai multe piese, care sînt întîi introduse astfel una în alta, încît una din piese să se reazeme pe un prag al celeilalte și să o depășească pe aceasta cu o margine (margine de răsfrîngere). Îmbinarea se realizează prin culcarea (răsfrîngerea) marginii, așa încît piesele sînt împreunate cu asigurare prin formă.

2.8.2.1. Marginea de răsfrîngere

Marginea de răsfrîngere poate fi închisă pe contur și să formeze un traseu de răsfrîngere de formă circulară, ovală sau poligonală. La traseele de răsfrîngere poligonale, colțurile sînt rotunjite (cu o rază destul de mare), pentru ca să fie posibilă o răsfrîngere ușoară a colțului rotunjit cu ajutorul rolei de răsfrîngere. Aceeași prescripție este valabilă și pentru rotunjirea cea mai mică la un traseu de răsfrîngere oval.

După cum se observă în fig. 2.8.2.1. — 2.8.2.4., marginea de răsfrîngere poate fi amplasată la exterior (fig. 2.8.2.1.) sau la interior (fig. 2.8.2.3) și se

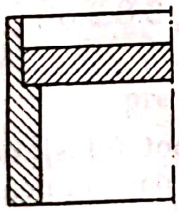


Fig. 2.8.2.1. Îmbinare prin răsfrîngere cu bordură exterioară

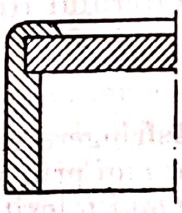


Fig. 2.8.2.2.

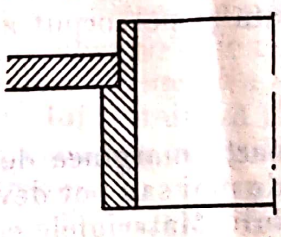


Fig. 2.8.2.3. Îmbinare prin răsfrîngere cu bordură interioară

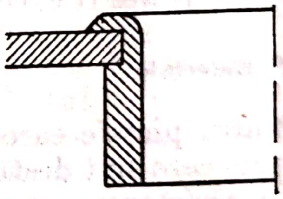


Fig. 2.8.2.4.

deosebesc astfel îmbinări prin răsfrîngere cu bordură exterioară (fig. 2.8.2.2), la care marginea de răsfrîngere este răsfrîntă de la exterior spre interior, precum și îmbinări prin răsfrîngere cu bordură interioară (fig. 2.8.2.4), care sînt realizate prin răsfrîngere inversă.

Marginea de răsfrîngere poate fi și deschisă pe contur. În fig. 2.8.2.5 se arată o placă S, pe care urmează a fi fixată piesa de tablă preîndoită B, prin îndoirea marginilor de răsfrîngere R_1 și R_2. Îmbinarea prin răsfrîngere realizată este arătată în fig. 2.8.2.6. Pentru a obține o asigurare împotriva deplasării pieselor sînt în general necesare măsuri supli-

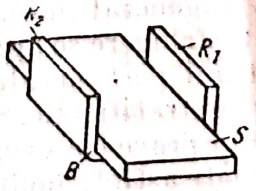


Fig. 2.8.2.5. Îmbinare prin răsfrîngere cu margine de răsfrîngere deschisă

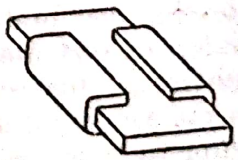


Fig. 2.8.2.6.

mentare. Astfel de exemplu la îmbinările prin răsfrîngere executate la dispozitivele mobile de măsurare ale aparatelor electrice de măsurat (fig. 2.8.2.7 și 2.8.2.8), îmbinarea este asigurată ulterior prin lac. Pentru a îmbina arătătorul ușor Z, executat din tablă foarte subțire de aluminiu, cu

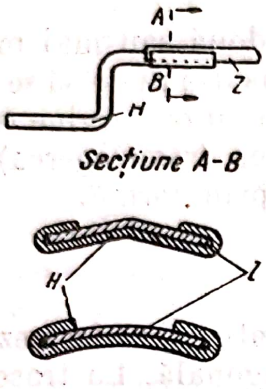


Fig. 2.8.2.7.
Margine de răsfrîngere pe suport

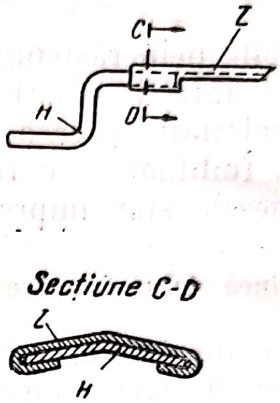


Fig. 2.8.2.8.
Margine de răsfrîngere pe arătător

suportul, executat din tablă mai groasă, acesta este prevăzut în general cu urechi de răsfrîngere, care îmbracă arătătorul profilat în mod corespunzător (fig. 2.8.2.6). Dacă se cere o reducere la maximum a greutății, marginea de răsfrîngere poate fi executată și pe corpul arătătorului (fig. 2.8.2.8).

2.8.2.2. Materiale

Pentru piesele care poartă marginea de răsfrîngere se pot folosi numai materiale care sînt destul de moi sau pot deveni moi prin recoacere, pentru a permite răsfrîngerea marginii. Materialele cele mai folosite în mecanica fină în acest scop sînt: oțelul moale, aluminiul și aliajele sale, precum și alama și altele asemănătoare. Se menționează în mod special îmbinarea prin răsfrîngere a ambalajelor din tablă pentru alimente, unde se folosește în cantități importante tablă de oțel cositorită (tablă albă).

Piesa ținută de marginea de răsfrîngere trebuie să reziste forței de apăsare care apare la răsfrîngere. Materialele casante ca de exemplu sticla (înrămările de sticlă, fig. 2.8.2.15, sînt în general îmbinări prin răsfrîngere) se pot folosi de aceea numai cînd pentru răsfrîngere se aplică presiuni reduse. La îmbinarea pieselor din materiale de tipul pertinaxului și textolitului, trebuie avut în vedere că sortimentul de hîrtie stratificată „S“ este casant. La piesele din tablă subțire sau foarte moale se vor prevedea eventual nervuri de întărire sau alte forme asemănătoare, amplasate astfel, încît presiunea care se produce la răsfrîngere să găsească o rezistență destul de mare care să i se opună.

2.8.2.3. Tratamentul suprafețelor

De preferință, tratarea pe cale galvanică a suprafețelor pieselor destinate unei îmbinări prin răsfrîngere trebuie executată înainte de asamblare, deoarece reziduurile acide din baie duc la oxidări, dacă intră în interstiții. Pentru ca

stratul superficial să nu crape în zona de îmbinare, la răsfrîngere, trebuie căutat să se realizeze un strat destul de tenace și foarte aderent. O condiție asemănătoare se pune și pentru lăcuire; este deci nevoie să se folosească un lac tenace și bine aderent, admițînd uscarea în cuptor. Deoarece însă la răsfrîngere se poate produce ușor zgîrierea pieselor lăcuite, se preferă tratamentul suprafețelor pe cale galvanică, dacă este nevoie ca piesele să fie tratate înainte de răsfrîngere.

2.8.2.4. Clasificarea îmbinărilor prin răsfrîngere

Îmbinările prin răsfrîngere cu bordură exterioară sînt folosite în general pentru asamblarea unei piese în formă de manta tubulară sau cilindrică cu o piesă care o închide pe aceasta și care are de obicei forma unui disc. Se deosebesc în acest caz două variante, după cum bordura exterioară este amplasată pe piesa cilindrică sau pe fund. Îmbinările prin răsfrîngere cu bordură interioară sînt adecvate pentru asamblarea pieselor cu cepuri rotunde cu plăci, sau pentru asamblarea de plăci.

Îmbinările prin răsfrîngere cu bordură exterioară, precum și cele cu bordură interioară, pot fi realizate direct și indirect.

2.8.2.5. Bordura exterioară pe piesa în formă de manta

Dacă un disc cu margine cilindrică trebuie prins de o manta din tablă printr-o răsfrîngere (fig. 2.8.2.9), marginea trebuie îndoită la 90° (fig. 2.8.2.10). Pentru a evita formarea încrețiturilor, lățimea b a marginii de răsfrîngere nu trebuie să fie prea mare, iar materialul trebuie să fie destul de moale (v. fig. 2.8.2.1 și 2.8.2.2). O îndoire mai ușoară a marginii de răsfrîngere se poate realiza prin teșirea discului care trebuie fixat prin răsfrîngere (fig. 2.8.2.11). În acest caz marginea trebuind să fie îndoită numai cu un unghi de 45° (fig. 2.8.2.12). În acest fel pot fi montate, de exemplu, în carcase din tablă, geamuri de sticlă, totuși trebuie avut în vedere prețul mai ridicat al acestor îmbinări, față de prețul celor arătate în fig. 2.8.2.9 și 2.8.2.10. Dacă mantaua

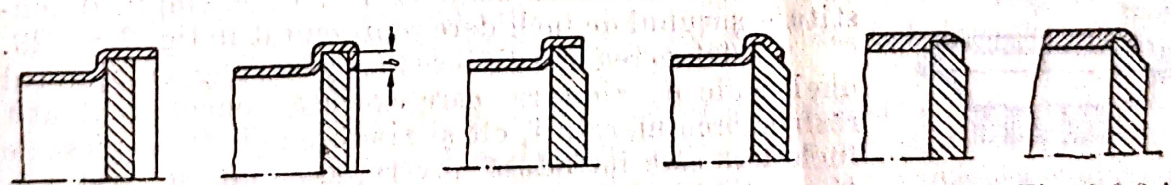


Fig. 2.8.2.9. Fig. 2.8.2.10. Fig. 2.8.2.11. Fig. 2.8.2.12. Fig. 2.8.2.13. Fig. 2.8.2.14.
Îmbinări prin răsfrîngere ale pieselor de închidere groase

este realizată prin așchiere, marginea poate fi teșită (fig. 2.8.2.13), fapt care ușurează îndoirea, obținîndu-se în același timp un aspect mai frumos (fig. 2.8.2.14). În acest fel se procedează, de exemplu, la fixarea lentilelor și pietrelor de lagăr în rame metalice, (fig. 2.8.2.15 și 2.8.2.16). Un caz special este reprezentat în fig. 2.8.2.18, în care nu se fixează prin răsfrîngere o piatră cu marginea teșită, ci un cuzinet cilindric din ebonită (cu adaos de grafit) (fig. 2.8.2.17), care este atît de moale încît teșitura se formează de la sine la

răsfrîngere. Marginea de răsfrîngere se execută cu ajutorul unui adîncitor; îndoirea marginii se realizează tot printr-o sculă în rotație. Gaura pentru cepul de lagăr se dă cu burghiul după răsfrîngere.

La execuția reprezentată în fig. 2.8.2.9 și 2.8.2.10, umărul de reazem se execută în mantaua de tablă, prin lărgirea acestuia. Mai ieftină este soluția

Fig. 2.8.2.15. Fig. 2.8.2.16. Fig. 2.8.2.17. Fig. 2.8.2.18.
Lentile și pietre de lagăre cu rame metalice

cu imprimarea unei nervuri (fig. 2.8.2.19 — 2.8.2.22), această soluție fiind însă mai puțin precisă din cauza rotunjimii la nervură.

Dacă piesa de închidere este din tablă moale, ea poate fi întărită (fig. 2.8.2.19 — 2.8.2.21), executîndu-se cu margini răsfrînte avînd înălțimea h. La execuția reprezentată în fig. 2.8.2.19, marginea de răsfrîngere, din cauza razei mari de îndoire, nu se așază așa de bine pe suprafață, decît la îndoirea cu colț pronunțat reprezentat în fig. 2.8.2.10. În unele cazuri piesa de închidere poate fi executată ca în fig. 2.8.2.22, unde marginea nu mai trebuie răsfrîntă decît la 45°. Un exemplu îl constituie șurubul de închidere reprezentat în fig. 2.8.2.23.

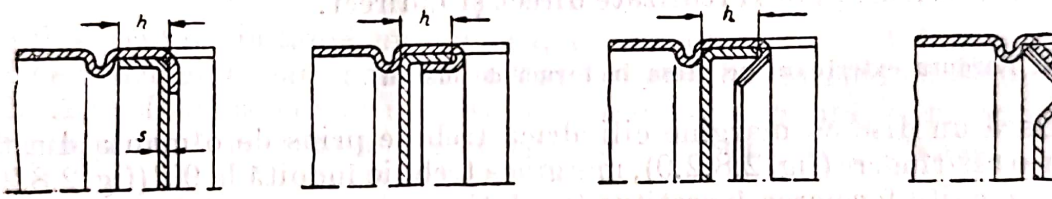


Fig. 2.8.2.19. Fig. 2.8.2.20. Fig. 2.8.2.21. Fig. 2.8.2.22.
Îmbinări prin răsfrîngere cu piese de închidere subțiri

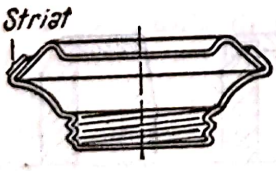


Fig. 2.8.2.23.
Șurub de închidere

Răsfrîngerea marginii se face pe strung, cu ajutorul unei scule de zimțare, care execută concomitent atît răsfrîngerea marginii, cît și zimțarea ei. Dacă piesa de închidere este introdusă invers, așa cum se arată în fig. 2.8.2.20 și 2.8.2.21, marginea de răsfrîngere este atît de puțin vizibilă, încît, eventual, nici nu este nevoie să fie complet răsfrîntă (fig. 2.8.2.21). Dacă este cazul, surplusul de la margine poate fi îndepărtat prin strunjire.

2.8.2.6. Bordura exterioară pe piesa de închidere

În acest caz, piesa de închidere trebuie să fie executată dintr-un material destul de moale. Asemenea îmbinări prin răsfrîngere se folosesc la fixarea unui fund sau a unui capac într-o manta din tablă, dacă execuția dintr-o singură bucată nu este posibilă sau ar fi prea neeconomică. Executarea mar-

ginii de răsfrîngere pe piesa de închidere mai prezintă de asemenea, și avantajul că această margine se observă mai puțin. Un aspect deosebit de avantajos capătă îmbinarea prin răsfrîngere, dacă marginea este teșită (fig. 2.8.2.24), pentru ca să se așeze bine pe piesa în formă de manta

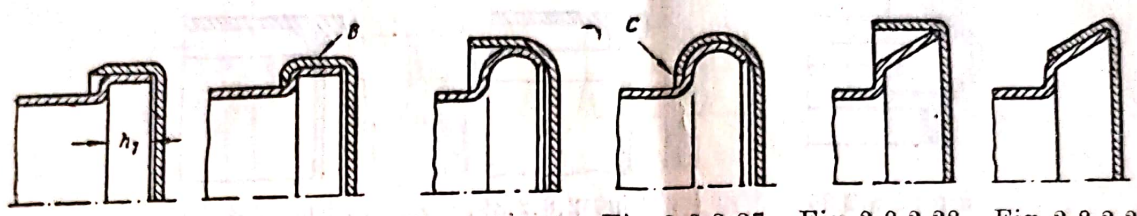


Fig. 2.8.2.24. Fig. 2.8.2.25. Fig. 2.8.2.26. Fig. 2.8.2.27. Fig. 2.8.2.28. Fig. 2.8.2.29.
Îmbinări prin răsfrîngere la piese din tablă subțire

(fig. 2.8.2.25). Dacă suprafața B trebuie să rămînă cilindrică și după răsfrîngere, dimensiunea h_1 nu trebuie aleasă prea mică. Marginea de răsfrîngere poate fi realizată și în formă rotundă, așa cum se arată în fig. 2.8.2.26 și 2.8.2.27. Această soluție prezintă avantajul că marginea de răsfrîngere iese puțin în evidență. La execuția din fig. 2.8.2.28 și 2.8.2.29, marginea de răsfrîngere trebuie îndoită numai cu un unghi relativ redus.

O mai bună rezistență și etanșare se obțin la îmbinările prin răsfrîngere din fig. 2.8.2.30 — 2.8.2.33. Forma de execuție din fig. 2.8.2.31 are față de cea din fig. 2.8.2.30 avantajul că la locul de asamblare se realizează o suprafață de reazem mai mare și deci o mai bună etanșare. Etanșeitatea și rezistența îmbinării mai pot fi mărite și prin îndoire și presare către manta a

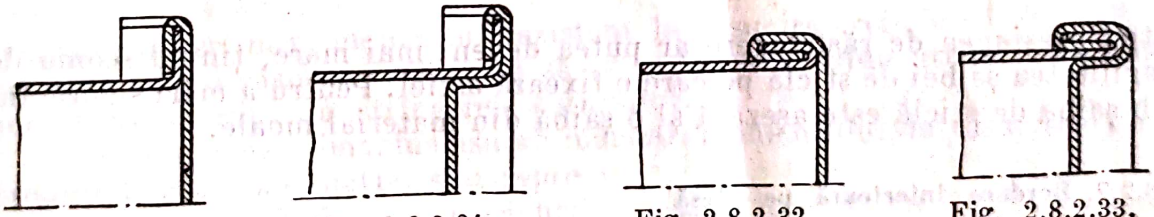


Fig. 2.8.2.30. Fig. 2.8.2.31. Fig. 2.8.2.32. Fig. 2.8.2.33.
Îmbinări prin răsfrîngere la recipienții din tablă din industria alimentară

flanșei care ia naștere după răsfrîngere (fig. 2.8.2.32 și 2.8.2.33). Aceste forme de execuție se aplică mai des la ambalajele din tablă, de exemplu la cele pentru produse alimentare (cutii de conserve). Pentru mărirea etanșeității înainte de răsfrîngere se aplică o masă pe bază de cauciuc.

Exemple de folosire. În fig. 2.8.2.34 se arată ocularul unui binoclu, asamblat din două piese ambutisate din tablă. Execuția dintr-o singură bucată poate fi neeconomică, datorită marelui număr de operații de ambutisare. În fig. 2.8.2.36 este reprezentată o îmbinare prin răsfrîngere la un capac de lunetă, la care răsfrîngerea marginii se execută o dată cu zimțarea. Capacul este prevăzut cu un canal, iar capătul țevii are o crestătură circulară corespunzătoare (fig. 2.8.2.35).

În fig. 2.8.2.37 se arată cum, la un aparat de măsurat, geamul de sticlă așezat în carcasa ambutisată din tablă este fixat printr-un inel separat din

tablă, care este îmbinat prin răsfrîngere cu mantaua carcasei. Arcuirea pieselor din tablă este suficientă în acest caz, pentru a împiedica crăparea geamului la răsfrîngerea marginii.

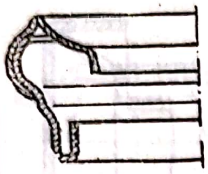


Fig. 2.8.2.34.
Ocularul unui binoclu

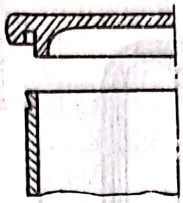


Fig. 2.8.2.35.
Capac de lunetă înainte și după răsfrîngere

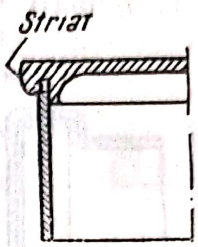


Fig. 2.8.2.36.

La clapeta unei mașini de calculat (fig. 2.8.2.38), marginea R a ramei H trebuie să fie strunjită la o grosime mai mică, înainte de răsfrîngere, deoarece

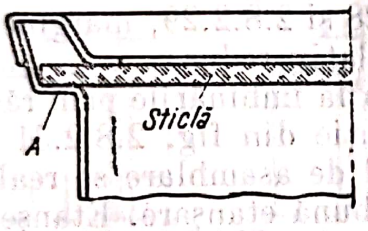


Fig. 2.8.2.37.
Carcasa unui aparat de măsurat

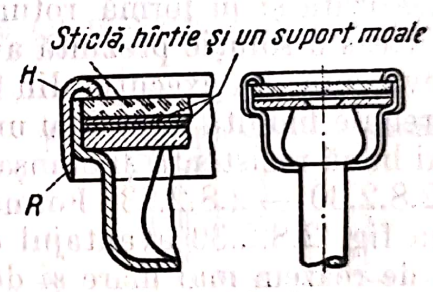


Fig. 2.8.2.38.
Clapeta unei mașini de calculat

astfel presiunea de răsfrîngere ar putea deveni mai mare, ținînd seama de fragilitatea șaibei de sticlă pe care o fixează astfel. Pentru a mări siguranța, sub șaiba de sticlă este așezată și o șaibă din material moale.

2.8.2.7. Bordura interioară pe piesă

Răsfrîngerea se reduce la îndoirea marginii unui cep gol, realizîndu-se astfel o solicitare relativ redusă a pieselor care trebuie îmbinate. La execuțiile reprezentate în fig. 2.8.2.39 — 2.8.2.41, cepul este găurit cu burghiul, executîndu-se și o teșire F (fig. 2.8.2.39), pentru a ușura îndoirea marginii de răsfrîngere.

Dacă piesa care poartă gaura este executată din material izolant, trebuie prevăzută sub cap o șaibă, mai ales în cazul plăcilor subțiri care se pot deforma ușor. Diametrul D al șaibei trebuie să fie pe cît posibil egal cu diametrul tijei. În cazul cepurilor pentru țevi, unde nu există un umăr care să permită așezarea piesei care poartă gaura, trebuie prevăzute două șaibe (cu diametrul D_1) așa cum se arată în fig. 2.8.2.42.

Dacă piesa care formează cepul este executată din țeavă, cepul poate fi realizat prin deformare fără așchiere (fig. 2.8.2.43 sau 2.8.2.44). La forma reprezentată în fig. 2.8.2.43, cepul poate fi rulat din tablă. În fig. 2.8.2.45 și 2.8.2.46 se arată un caz special cu un cep ambutisat în formă de pahar.

O asemenea execuție închisă se va adopta atunci cînd se cere o închidere etanșă.

Dacă piesele îmbinate nu trebuie să se răsucească una față de cealaltă, sînt necesare măsuri speciale de asigurare. O solicitare importantă apare de

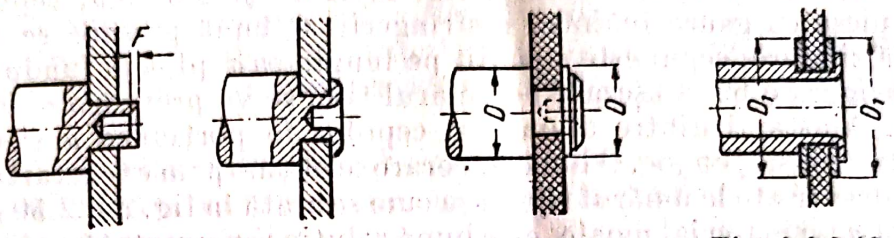


Fig. 2.8.2.39. Fig. 2.8.2.40. Fig. 2.8.2.41. Fig. 2.8.2.42.
Cepuri de răsfrîngere strunjite cu gol axial

exemplu la bucșele filetate fixate prin răsfrîngere, datorită strîngerii și desfacerii șuruburilor. Pentru a realiza, de exemplu, la riglele cu șuruburi de racord o rezistență suficientă a bucșelor filetate din alamă, fixate prin răs-

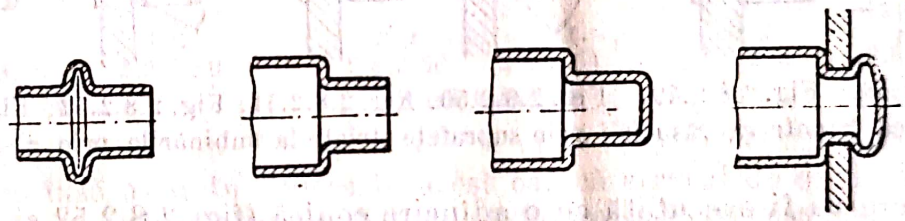


Fig. 2.8.2.43. Fig. 2.8.2.44. Fig. 2.8.2.45. Fig. 2.8.2.46.
Cepuri de răsfrîngre tubulare

frîngere în pertinax, momentul rezistent la răsucire trebuie să fie atît de ridicat, încît o răsucire a cepului să se producă de abia atunci cînd capul șurubului se rupe la strîngerea șurubului.

Pentru a avea o imagine asupra mărimii momentului de răsucire care se produce în această situație, sînt reprezentate în fig. 2.8.2.47 valorile cepurilor de îmbinare prin răsfrîngere cu diametrul de la 2 pînă la 9 mm.

Se presupune în acest caz că îmbinarea prin răsfrîngere a fost executată așa cum se arată în fig. 2.8.2.40, diametrul interior al cepului de răsfrîngere fiind egal cu jumătatea diametrului tijei. Se mai admite că piesa care poartă cepul este executată din oțel, iar piesa cu gaura, din alamă.

Asigurarea se realizează în mod util printr-o formă specială a piesei care poartă cepul, dacă aceasta este mai dură decît piesa cu gaura. De regulă piesa

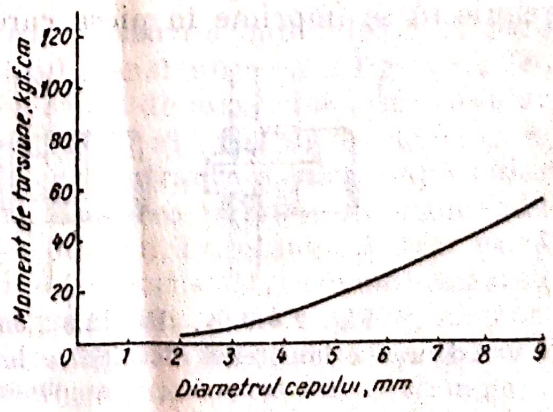


Fig. 2.8.2.47.
Momentele rezistente la răsucire ale îmbinărilor cu cep de răsucire gol la interior (după fig. 2.8.2.40)

cu cepul va fi executată cu zimți imprimați, care la răsfrîngere se imprimă în materialul mai moale al piesei care poartă gaura și astfel măresc momentul rezistent la răsucire. Execuțiile arătate în fig. 2.8.2.48 — 2.8.2.57 se folosesc mai ales la îmbinarea pieselor metalice cu cele din pertinax sau alte materiale asemănătoare. La soluțiile conform fig. 2.8.2.48 și 2.8.2.49, cepul trebuie presat în piesa cu gaura înaintea răsfrîngerii. O bună presare se realizează dacă, după zimțare, cepul este strunjit pe lungimea a, pînă la fundul dinților. Pentru a asigura o bună așezare pe umărul tijei se va prevedea o degajare de lățimea b. Ajustajul dintre diametrul cepului în porțiunea a și diametrul găurii este un ajustaj cu joc. O bună ancorare se obține prin executarea unei suprafețe conice striate la umărul tijei, așa cum se arată în fig. 2.8.2.50 și 2.8.2.51 ($\alpha = 90°$). La un material moale, este bună soluția reprezentată în fig. 2.8.2.50 și 2.8.2.51, la care conul se imprimă de la sine, destul de adînc. În celelalte

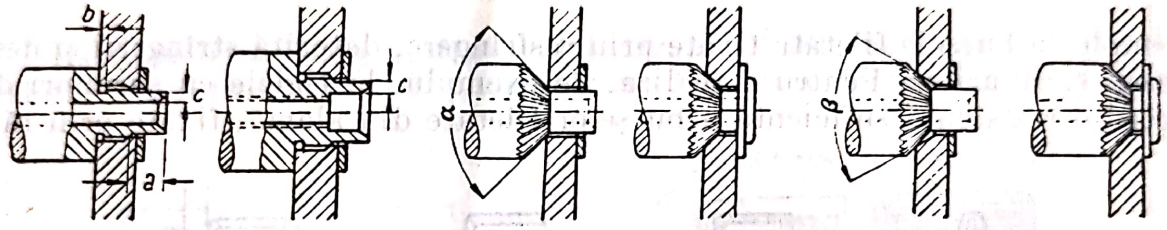


Fig. 2.8.2.48. Fig. 2.8.2.49. Fig. 2.8.2.50. Fig. 2.8.2.51. Fig. 2.8.2.52. Fig. 2.8.2.53.
Asigurarea împotriva răsucirii prin suprafețe striate la îmbinările prin răsfrîngere

cazuri, gaura va fi executată cu o adîncire conică (fig. 2.8.2.52 și 2.8.2.53). Trebuie ținut seama, în acest caz, ca unghiul de adîncire să fie mai ascuțit decît cel al conului striat ($\beta < 90°$), pentru ca dinții să se imprime mai ales la marginea exterioară și astfel să rezulte, datorită brațului de pîrghie mai mare, un moment de răsucire mai important.

Materialele casante s-ar sparge în cazul răsfrîngerii ca în fig. 2.8.2.51 sau 2.8.2.53. Astfel trebuie alese soluțiile din fig. 2.8.2.54 — 2.8.2.57. La execuția reprezentată în fig. 2.8.2.54 și 2.8.2.55, vîrfurile dinților care iau naștere pe suprafața plană a umărului tijei la zimțarea exteriorului acestuia trebuie să se imprime în piesa care poartă gaura. În acest scop, suprafața

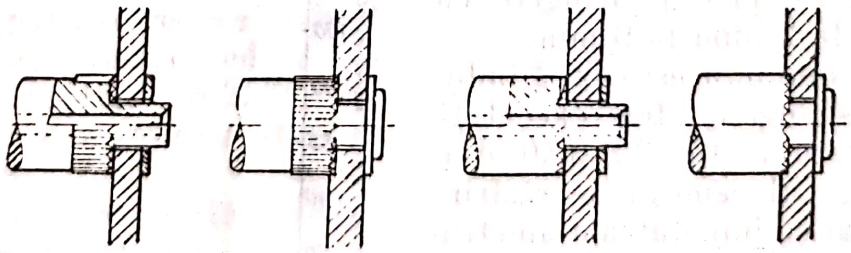


Fig. 2.8.2.54. Fig. 2.8.2.55. Fig. 2.8.2.56. Fig. 2.8.2.57.
Asigurarea împotriva răsucirii la îmbinările prin răsfrîngere, prin moletarea umărului tijei.

trebuie să fie destul de moale. La o suprafață mai dură, trebuie preferată o zimțare a suprafeței plane ca în fig. 2.8.2.56 și 2.8.2.57. În acest caz trebuie ținut seama ca suprafața plană să fie detalonată.

Scanned with OKEN Scanner

2.8.2.8. Bordura interioară pe piesa de legătură

Pentru îmbinarea a două sau mai multe piese se folosesc la îmbinarea indirectă prin răsfrîngere cu bordură interioară piese de legătură de forma unor știfturi goale, care au la unul din capete un cap de răsfrîngere și care sînt standardizate sub denumirea de nituri tubulare.

După introducerea niturilor tubulare în piese, marginile de răsfrîngere ieșite în afară se îndoiesc, și se realizează un cap de închidere ca și la o îmbinare indirectă prin nituire.

Materialul pentru niturile tubulare trebuie să fie destul de moale, pentru a permite formarea capului de închidere, la caz de nevoie prevăzîndu-se o operație de recoacere. Pe lîngă alamă și oțel moale, se folosește și aluminiul

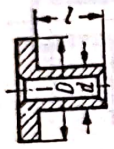


Fig. 2.8.2.58.

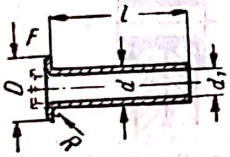


Fig. 2.8.2.59.

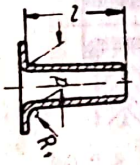


Fig. 2.8.2.60.

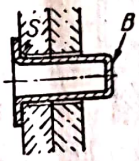


Fig. 2.8.2.61.

Fig. 2.8.2.62.

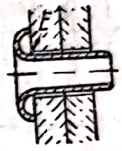


Fig. 2.8.2.63.

Nituri tubulare

pur; trebuie însă avut în vedere în acest caz că stratul de oxid care există pe aluminiu este izolant electric. Niturile tubulare care servesc în același timp drept bucșe de contact, și în care se introduc banane, de exemplu la radioreceptoare (fig. 2.8.2.60), nu pot fi executate din aluminiu, din această cauză. Niturile tubulare cu tratare galvanică a suprafeței se pot răsfrînge foarte bine la o execuție corectă.

Ca material pentru piesele în care se dau găuri, datorită solicitării relativ reduse la răsfrîngere, este posibilă folosirea aproape a tuturor metalelor și materialelor izolante. Chiar și suprafețele sensibile, ca de exemplu cele lăcuite, sînt puțin periclitate la răsfrîngere.

Tipurile de nituri tubulare. În aproape toate cazurile, capul de răsfrîngere este format înainte de răsfrîngere. La un nit tubular strunjit ca în fig. 2.8.2.58, diametrul D al capului nitului poate fi ales oricît de mare. La nitul tubular considerat mai ieftin (fig. 2.8.2.59), diametrul D al capului de răsfrîngere poate fi maximum egal cu 1,5 d, deoarece în caz contrar marginea crapă chiar dacă s-a făcut anterior o recoacere. Pentru ușurarea îndoirii se recomandă să se prevadă o teșire F și o rază R de cel puțin 0,5 mm. La o lungime mai mică a tijei l, nitul tubular poate fi executat mai puțin costisitor, prin ambutisarea unui pahar. Fundul paharului se taie, realizîndu-se astfel o rotunjire (fig. 2.8.2.60, 2.8.2.62 și 2.8.2.63). La execuția din fig. 2.8.2.60 trebuie prevăzută o rază R_1 de cel puțin 1 mm, pentru a ușura formarea capului de răsfrîngere. Dacă gaura străpunsă nu este indicată, se poate folosi un nit tubular închis la capătul B (fig. 2.8.2.61). O îmbinare prin răsfrîngere cu un asemenea nit este arătată în fig. 2.8.2.68. Pentru o bună așezare a capului de răsfrîngere, trebuie prevăzută o adîncire corespunzătoare, dacă nu se alege un diametru

corespunzător de mare al găurii (fig. 2.8.2.61 și 2.8.2.65 — 2.8.2.68). O formă specială a capului de nituire se întîlnește la îmbinările prin răsfrîngere cu piese din piele și țesături (fig. 2.8.2.69, 2.8.2.71 și 2.8.2.72).

Tija nitului este cilindrică la niturile tubulare strunjite (fig. 2.8.2.58) și la niturile din țeavă (fig. 2.8.2.59), iar la niturile tubulare ambutisate (fig. 2.8.2.60 — 2.8.2.63) ea este ușor conică. Reducerea diametrului corespunde unei conicități de 1:25. Din această cauză, diametrul d al tijei trebuie măsurat, ca și la niturile pline, imediat sub cap. Valoarea diametrului interior d_1 al nitului tubular este dată în tabela 2.8.2.1. Lungimea l a tijei rezultă din suma „grosimii de strîngere" s și capătul ieșit în afară z al tijei

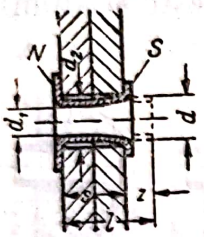


Fig. 2.8.2.64.

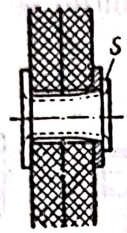


Fig. 2.8.2.65.

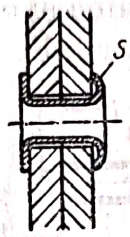


Fig. 2.8.2.66.

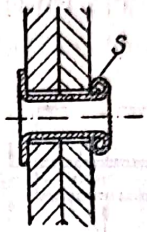


Fig. 2.8.2.67.

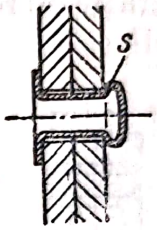


Fig. 2.8.2.68.

Îmbinări prin răsfrîngere cu nituri tubulare

(fig. 2.8.2.64). Valorile pentru z sînt indicate în tabela 2.8.2.1, ca și valorile l_{max} pentru dimensiunea maximă a lungimii tijei, stabilită pe considerente de execuție.

Diametrul găurii d_2 trebuie să fie ceva mai mare decît diametrul d al tijei nitului (tabela 2.8.2.1).

Formarea capului de închidere. Diametrul capului de închidere este în aproape toate cazurile mai mic decît diametrul capului de răsfrîngere. El poate fi realizat prin răsfrîngere plată (fig. 2.8.2.64 și 2.8.2.65) sau cu o ușoară rotunjire (fig. 2.8.2.66), la care marginea de închidere se așază mai bine.

Tabela 2.8.2.1

Dimensiunile niturilor tubulare și ale găurilor la o îmbinare prin răsfrîngere (fig. 2.8.2.64), în mm

d	2	3	4	5	6
d_1	1,6	2,1	3,4	4	5
d_2	$d + 0,1$			$d + 0,2$	
z	0,8—1,5	1,2—2			
l_{max}	10	20	30		

Diametrul șaibei la execuția reprezentată în fig. 2.8.2.65 trebuie să fie tot atît de mare ca și diametrul capului de răsfrîngere la materialele izolante subțiri și moi, pentru ca piesele să nu capete tensiuni la formarea capului de închidere. Exemplele din fig. 2.8.2.64 — 2.8.2.66 sînt executate cu un nit tubular ca în fig. 2.8.2.60. În aceleași condiții pot fi însă folosite și niturile

tubulare din fig. 2.8.2.62 și 2.8.2.63. Deoarece niturile tubulare din comerț reprezentate în fig. 2.8.2.60 au toleranțe mari la lungime, este recomandabil ca scula pentru formarea capului de închidere să fie astfel construită încît să permită bordurarea arătată în fig. 2.8.2.67. Această execuție se recomandă și la toleranțe mari ale grosimii pieselor care trebuie îmbinate. În fig. 2.8.2.68 se arată folosirea unui nit tubular închis ca cel reprezentat în fig. 2.8.2.61. Niturile tubulare închise pot fi răsfrînte și prin lărgirea capului de închidere cu ajutorul unei scule speciale de forma unui clește, care se introduce în gaura

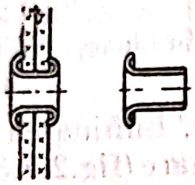


Fig. 2.8.2.69. Fig. 2.8.2.70.
Îmbinări prin răsfrîngere cu nituri tubulare și piese stanțate din piele sau materiale textile

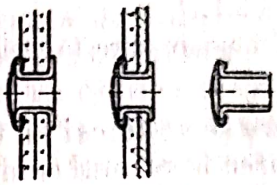


Fig. 2.8.2.71. Fig. 2.8.2.72. Fig. 2.8.2.73.
Îmbinări prin răsfrîngere cu nituri tubulare și piese stanțate din piele sau materiale textile

axială fără ca partea din spate să fie accesibilă. Procedee asemănătoare au fost elaborate și pentru niturile tubulare deschise. Acest sistem de nituire se folosește și la îmbinările prin răsfrîngere ale capacelor carcaselor etanșate împotriva prafului.

Pentru îmbinarea pieselor din piele sau materiale textile (fig. 2.8.2.69) este adecvat mai ales nitul reprezentat în fig. 2.8.2.70. Aceste materiale sînt foarte plastice și de aceea trebuie comprimate foarte puternic la îmbinarea prin răsfrîngere. În afară de aceasta, găurile se abat deseori de la forma circulară sau se deplasează de la locul prevăzut în urma întinderii materialului piesei. De aceea se alege în asemenea cazuri un nit a cărui flanșă prinde piesele numai cu marginea sa exterioară, care se poate imprima adînc în aceste materiale. Nituri tubulare cu cap de răsfrîngere închis (fig. 2.8.2.73) se folosesc pentru a îmbina între ele piesele din piele sau din alte materiale asemănătoare (fig. 2.8.2.71) sau cu metal (fig. 2.8.2.72). Capul de răsfrîngere va fi amplasat pe fața al cărei aspect frumos este dorit.

2.8.3. Îmbinări prin falț

Îmbinările prin falț sînt îmbinări de piese din tablă pe marginile lor drepte sau pe marginile drepte opuse ale unei piese din tablă rulată, pentru a forma o „manta". În general, marginile tablei se îndoaie mai întîi astfel, încît să poată fi agățate una de cealaltă (fig. 2.8.3.1). Îmbinarea se realizează apoi prin strîngerea și îndoirea ulterioară a uneia din table, așa încît tablele să nu se mai poată desface (fig. 2.8.3.2) (îmbinare directă prin falț). În fig. 2.8.3.3. se arată o îmbinare prin falț cu ajutorul unei benzi separate de fălțuire (îmbinare indirectă prin falț). În asemenea cazuri se poate renunța la îndoirea de aplatisare a tablei după îmbinare.

Îmbinările prin falţ se folosesc la executarea mantalelor din tablă pentru vasele cilindrice, în care caz mantaua îmbinată prin falţ este apoi îmbinată prin răsfrîngere cu fundul, respectiv cu capacul (cap. 2.8.2.6).

În fig. 2.8.3.2 se arată un falţ simplu. Cînd avem de a face cu îmbinarea capetelor unei mantale din tablă rulată, falţul poate fi amplasat la exterior sau la interior (falţ exterior, respectiv falţ interior). Dacă este necesară o

Fig. 2.8.3.1.

Fig. 2.8.3.2.

Fig. 2.8.3.3.

Îmbinare directă prin falţ — Îmbinare indirectă prin falţ

bună etanşare se va folosi un falţ dublu (fig. 2.8.3.5). Îmbinarea se realizează prin executarea în primul rînd a unei îndoiri preliminare (fig.2.8.3.4). Printr-o nouă îndoire se obţine apoi falţul dublu în picioare (fig. 2.8.3.5) şi apoi prin

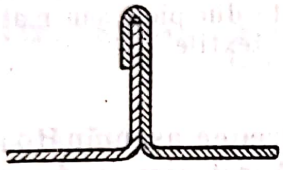


Fig. 2.8.3.4.

Fig. 2.8.3.5.

Fig. 2.8.3.6.

Îmbinare prin falţ dublu (desfăşurarea operaţiei de fălţuire)

culcarea acestuia, falţul dublu culcat (fig. 2.8.3.6). Dacă este necesar, etanşarea va fi îmbunătăţită prin aplicarea preliminară a unei mase pe bază de cauciuc, ca şi la îmbinările prin răsfrîngere.

2.8.4. Îmbinări prin urechi

La îmbinările prin urechi, îmbinarea se realizează prin îndoirea unor urechi, care au fost întîi introduse în decupări corezpunzătoare. Una din piesele care trebuie îmbinate este prevăzută cu urechi, iar cealaltă, cu decupările corespunzătoare (îmbinări directe prin urechi). Se pot folosi însă pentru

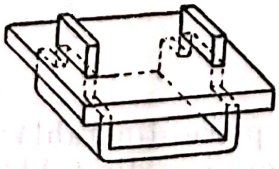


Fig. 2.8.4.1.

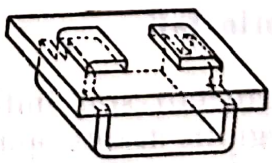


Fig. 2.8.4.2.

Îmbinare directă prin urechi îndoite

îmbinările prin urechi şi piese separate de legătură (îmbinări indirecte prin urechi). Datorită urechilor introduse în decupările respective, se împiedică o deplasare reciprocă a pieselor, prin asigurare prin formă (fig. 2.8.4.1. şi 2.8.4.2)

Scanned with OKEN Scanner

2.8.4.1. Tipuri de urechi

Îmbinările prin urechi pot fi utilizate prin îndoirea sau prin răsucirea părții ieșite în afară a urechilor. Urechea îndoită reprezentată în fig. 2.8.4.3 prezintă avantajul unei înălțimi constructive, h, reduse. Trebuie ținut seama că urechea revine după îndoire, datorită elasticității, cu un unghi α, reprezentat exagerat în fig. 2.8.4.3, așa încît se poate obține o asigurare prin formă, mai mult sau mai puțin slabă. Unghiul α este cu atît mai mare, cu cît este mai mare elasticitatea materialului din care este executată urechea. Din această cauză piesa care poartă urechea se va executa dintr-un material cît se poate de moale. Materialul piesei în care este decupată gaura de trecere are de asemenea un rol anumit, deoarece urechile se vor imprima puțin într-un material care cedează elastic, așa încît după revenirea urechii rămîne eventual încă o asigurare prin forță redusă, datorită elasticității. Din această cauză, o îmbinare prin urechi este în general mai rigidă dacă piesa care poartă găurile este executată din pertinax sau din alte materiale asemănătoare, decît dacă ea este din metal sau oțel.

O ureche răsucită (fig. 2.8.4.4 — 2.8.4.6) asigură în general o îmbinare mai bună decît o ureche îndoită, deoarece aici se adaugă un oarecare efect de împănare, datorită căruia suprafețele care se îmbină sînt asamblate cu mai multă forță. Construcția cu urechi simple, dreptunghiulare (fig. 2.8.4.4) duce la o înălțime constructivă relativ mare a îmbinării prin urechi h_1, iar partea ieșită în afară a urechilor poate duce în unele cazuri la răniri, așa încît acest sistem de îmbinare este folosit în general numai pentru suprafețele acoperite. Tipurile de îmbinare arătate în fig. 2.8.4.5 și 2.8.4.6 duc la o înălțime constructivă considerabil mai mică și în afară de aceasta prezintă avantajul că pentru strîngere este suficientă o răsucire unghiulară mai mică a urechii în formă de pană; aceasta presupune însă ca piesa care poartă urechile să fie executată din tablă relativ groasă.

2.8.4.2. Ajustajul urechilor

Pentru introducerea urechii se va alege o gaură care să aibă aceeași formă ca urechea și dimensiuni numai cu ceva mai mari decît secțiunea urechii. La îmbinările cu urechi răsucite (fig. 2.8.4.4 — 2.8.4.6) această condiție trebuie respectată totdeauna.

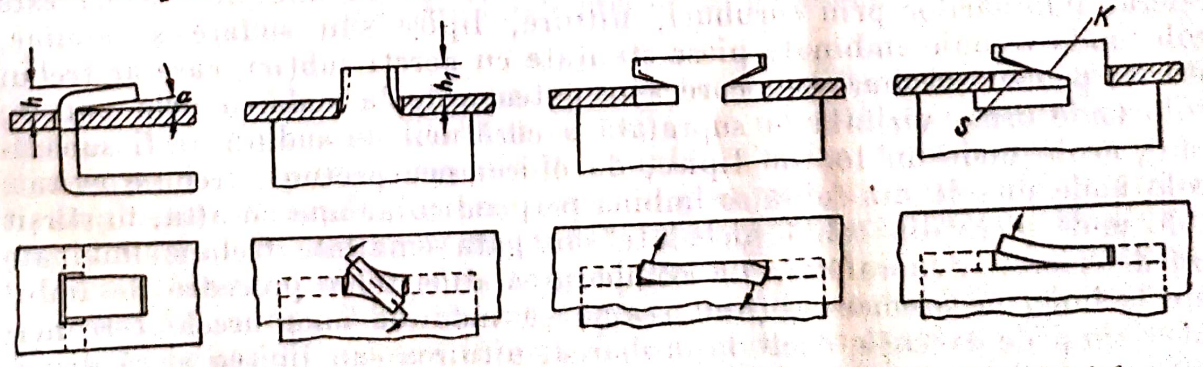


Fig. 2.8.4.3. Fig. 2.8.4.4. Fig. 2.8.4.5. Fig. 2.8.4.6.

Îmbinări directe prin urechi îndoite sau răsucite

La o îmbinare prin urechi (fig. 2.8.4.2), avînd urechi subțiri îndoite, gaura trebuie să fie executată cu un joc a mai mare (fig. 2.8.4.7.), în direcția grosimii urechii, pentru ca poansonul să nu devină prea subțire. În locul acesteia se poate adopta pentru gaură și o formă ca cea din fig. 2.8.4.8. În orice caz, urechile trebuie îndoite spre interior, pentru ca să se așeze pe muchiile interioare, avînd între ele distanța fixă c. Dacă lățimea b a benzii (fig. 2.8.4.9) este numai cu puțin mai mare decît distanța c_1 dintre urechi, găurile pot fi înlocuite prin decupări, la care urechile trebuie îndoite, bineînțeles, tot spre interior.

Din motive de execuție, găurile se fac rotunde, mai ales în pertinax sau materiale asemănătoare, deoarece o matriță cu poanson cu secțiune

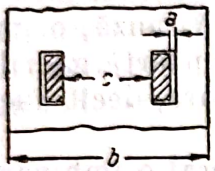


Fig. 2.8.4.7.

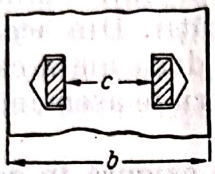


Fig. 2.8.4.8.

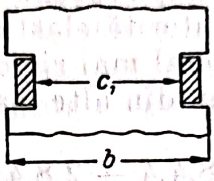


Fig. 2.8.4.9.

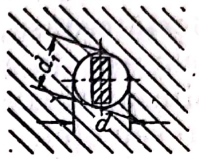


Fig. 2.8.4.10.

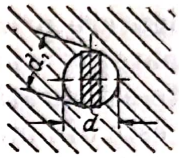


Fig. 2.8.4.11.

Îmbinări prin urechi

cilindrică este mai puțin costisitoare ca execuție și are o durabilitate mai mare decît în cazul unui poanson dreptunghiular subțire. Din cauza jocului $d - d_1$ (fig. 2.8.4.10) rezultă însă o poziție reciprocă neprecisă a pieselor îmbinate prin urechi. Dacă urechile sînt destul de groase, asigurarea poziției poate fi îmbunătățită prin aceea că lățimea d_1 a urechii se alege egală cu diametrul d al găurii (fig. 2.8.4.11). În acest caz, urechile trebuie presate pentru a intra în piesa găurită, înainte de a putea fi îndoite.

2.8.4.3. Utilizarea îmbinărilor cu urechi

În industria jucăriilor, îmbinările prin urechi sînt folosite de mult timp și în mare proporție pentru asamblarea pieselor metalice, deoarece este cel mai economic sistem de îmbinare pentru table subțiri, gata lăcuite. În prezent, acest sistem de îmbinare este folosit și în toate celelalte ramuri ale mecanicii fine pentru producția de masă, iar în anumite cazuri este preferat îmbinărilor prin șuruburi, nituire, lipire sau sudare și anume, acolo unde trebuie îmbinate piese ștanțate cu pereți subțiri, care ar trebui întărite pentru șuruburi sau care s-ar putea arde la sudarea prin puncte, acolo unde urma vizibilă la suprafață a cusăturii de sudură ar fi supărătoare, acolo unde un loc de lipire, de obicei neaspectuos, trebuie evitat, acolo unde piesele din tablă se îmbină perpendicular una cu alta, în sfîrșit acolo unde piese din tablă nichelate sau gata emailate trebuie îmbinate fără deteriorarea suprafeței. La compararea diferitelor procedee de îmbinare trebuie, de asemenea, ținut seama că îndoirea unor urechi cere mai puțin timp de execuție decît înșurubarea, nituirea sau lipirea și că dispozitivele necesare sînt mai simple ca execuție și deservire decît dispozitivele de lipire sau de sudură.

Îmbinarea prin urechi este folosită în prezent pe scară largă în tehnica telecomunicațiilor pentru îmbinarea pieselor din tablă subțire cu plăci din materiale izolante.

2.8.4.4. Îmbinări directe

La o îmbinare directă prin urechi, una din piesele care se îmbină trebuie să poarte urechi, care sînt introduse în decupări ale celeilalte piese și apoi îndoite sau răsucite. Îmbinarea prin răsucirea urechilor se aplică numai atunci cînd tabla care poartă urechile se așază la locul de îmbinare perpendicular pe suprafața celeilalte piese, așa încît înainte de răsucire urechile se găsesc în continuarea directă a suprafeței tablei (fig. 2.8.4.4—2.8.4.6). Prin urechi îndoite pot fi îmbinate între ele chiar și piese așezate una peste alta, dacă urechile sînt îndoite dinainte corespunzător acestui scop.

2.8.4.5. Urechi preîndoite

Dacă o piesă din tablă prevăzută cu urechi trebuie fixată de o piesă prevăzută cu decupări, pe care cea dintîi se așază cu toată suprafața sa, urechile trebuie să fie preîndoite la 90° înaintea introducerii lor în decupări (fig. 2.8.4.12). Astfel sensul de îndoire dat la preîndoirea urechilor se va păstra pe cît posibil și la îndoirea definitivă, pentru a evita ruperea parțială sau totală a urechilor (fig. 2.8.4.13, 2.8.4.15 și 2.8.4.16). În afară de aceasta, s-a dovedit că rezistența asigurării prin formă este mai mică dacă ultima îndoire se face în sensul opus celui al preîndoirii (fig. 2.8.4.24 — 2.8.4.27). La așezarea urechilor așa cum se arată în fig. 2.8.4.12 trebuie

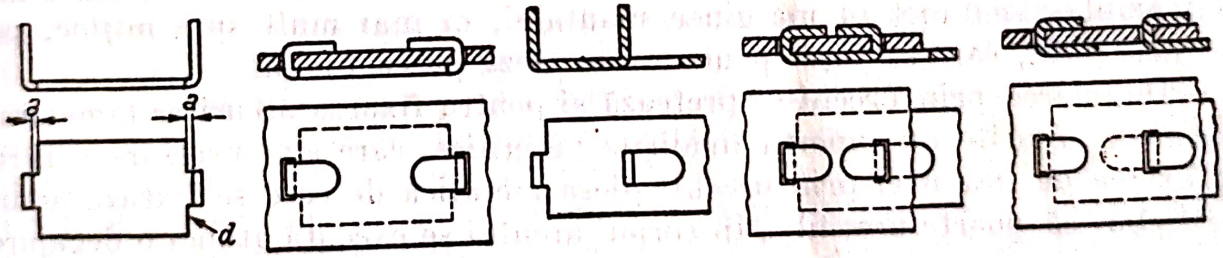


Fig. 2.8.4.12. Fig. 2.8.4.13. Fig. 2.8.4.14. Fig. 2.8.4.15. Fig. 2.8.4.16.
Îmbinări directe prin urechi preîndoite

observat ca muchia de îndoire a urechilor să fie mutată în afară cu dimensiunea a, deoarece toleranțele de execuție fac imposibilă o întîlnire precisă a muchiei de îndoire cu muchia d a tablei. Dacă a doua ureche nu poate fi amplasată la capăt, se realizează o decupare în suprafața interioară (fig. 2.8.4.14). În acest caz trebuie de asemenea dată atenție sensului de îndoire a urechii. Se va căuta să se obțină aici o soluție ca cea a îmbinării reprezentate în fig. 2.8.4.15, cu urechile îndoite amîndouă spre interior, deoarece rezistența asigurării prin formă este mai mare decît la soluția îmbinării reprezentate în fig. 2.8.4.16, care din această cauză trebuie adoptată numai atunci cînd, din anumite motive, decuparea urechii nu trebuie să se găsească în afara acesteia.

Scanned with OKEN Scanner

Prin îndoirea directă a urechilor, pot fi asamblate și ambele capete ale unei benzi de tablă îndoită corespunzător, pentru a forma un inel sau o ramă din tablă. În asemenea cazuri, îmbinarea se poate face fie cu o singură ureche (fig. 2.8.4.17 și 2.8.4.18) fie, dacă rezistența nu este suficientă, cu două urechi purtate de cele două capete și preîndoite în sens opus (fig. 2.8.4.19 și 2.8.4.20), la îndoirea finală respectîndu-se sensul de preîndoire.

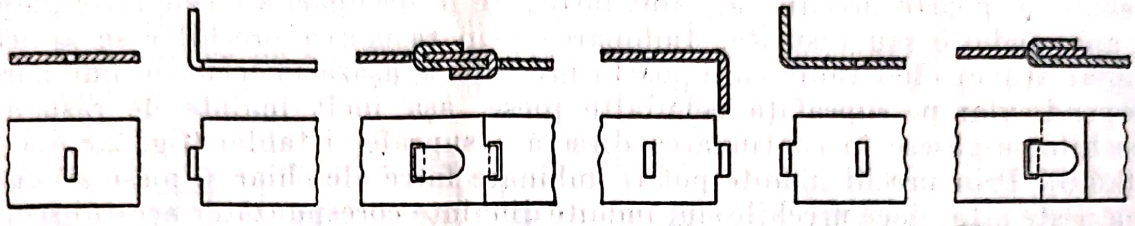


Fig. 2.8.4.17. Fig. 2.8.4.18. Fig. 2.8.4.19. Fig. 2.8.4.20.
Îmbinarea prin urechi a capetelor benzilor din tablă

În fig. 2.8.4.17, respectiv 2.8.4.19, se arată capetele de tablă înainte de îndoirea urechilor, iar în fig. 2.8.4.18 și 2.8.4.20, după îndoirea acestora. La mantale din tablă cu lățime mai mare, pot fi amplasate în același fel mai multe urechi, una lîngă alta, pe linia de îmbinare.

În fig. 2.8.4.21 este arătată o manta dreptunghiulară, asamblată prin urechi cu fundul ambutisat corespunzător. În acest caz, mantaua se îngustează la partea inferioară, iar urechile se amplasează pe fund, ceea ce are avantajul că vasul realizat astfel nu are praguri. În fig. 2.8.4.22 se arată un fund prins prin urechi, cu o bună posibilitate de așezare. Urechile nu sînt amplasate direct la marginea mantalei, ci mai mult spre mijloc, pe o flanșă lată, care servește pentru a se așeza pe ea fundul.

Îmbinarea prin urechi se pretează și pentru fixarea arcurilor lamelare. Deoarece arcurile nu suportă îndoirile puternice, care sînt necesare pentru realizarea de îmbinări prin urechi, piesa metalică de care se fixează arcul va trebui să poarte urechile. În corpul arcului se execută atunci o degajare

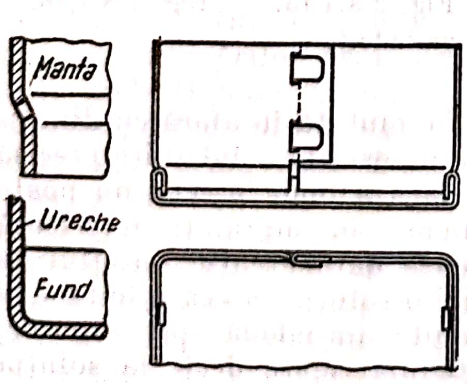


Fig. 2.8.4.21.
Îmbinarea prin urechi a mantalelor din tablă cu fundurile lor

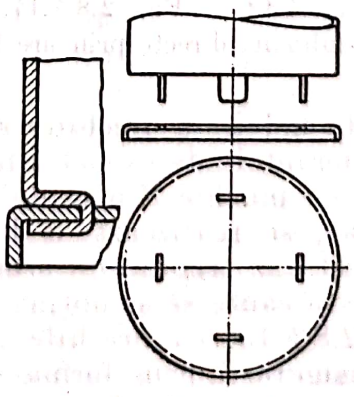


Fig. 2.8.4.22.

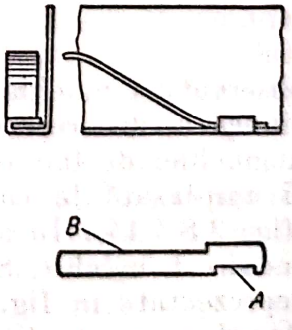
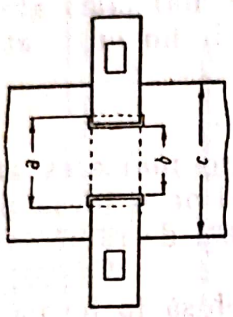


Fig. 2.8.4.23.
Foaie de arc îmbinată prin ureche

laterală *A* (fig. 2.8.4.23). Pentru ca arcul să se poată mișca liber, latura cealaltă a sa este degajată prin decupare în lungul liniei *B*. Această soluție se întîlnește, de exemplu, la broaștele de siguranță.

Dacă la o îmbinare prin urechi se pune mai puțin preț pe rezistență, cum este cazul la fixarea tablelor de racordare prin lipire cu o placă izolatoare, urechile pot fi îndoite și în sensul contrar de îndoire, dacă se folosește pentru urechi un material destul de moale (fig. 2.8.2.24 — 2.8.2.27).

Fig. 2.8.4.24.



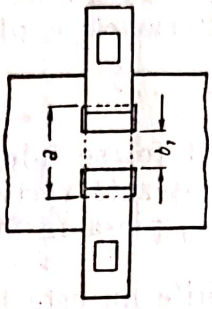


Fig. 2.8.4.25.

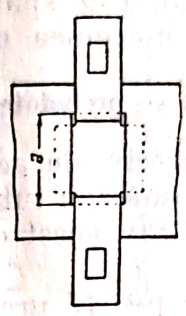


Fig. 2.8.4.26.

Îmbinarea prin urechi a tablelor pentru racorduri lipite cu plăci izolante

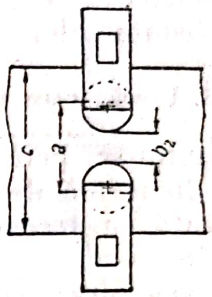


Fig. 2.8.4.27. Îmbinarea prin urechi a tablelor pentru racorduri lipite cu plăci izolante

După ce s-a mai arătat la paragraful „Ajustarea urechilor", găurile dreptunghiulare înguste (urechile au grosimi de circa 0,5 mm) trebuie, pe cît posibil, evitate din motive de execuție. Datorită faptului că la îndoire urechile se așază pe muchiile exterioare ale decupărilor (care sînt depărtate între ele cu distanța *a*), se pot executa găuri dreptunghiulare mai late (fig. 2.8.4.25). Poate fi suficientă chiar și numai o singură gaură dreptunghiulară, dacă piesa care poartă urechile este lățită la mijloc (fig. 2.8.4.26), pentru a se obține astfel un reazem lateral. Această soluție este recomandabilă îndeosebi atunci cînd lățimea b_1 a punții dintre găuri (fig. 2.8.4.25) ar deveni prea mică. Dimensiunea minimă pentru b_1 poate fi considerată egală cu $1{,}5s$, în care s este grosimea plăcii. La găuri rotunde (fig. 2.8.4.27) apare dezavantajul că dimensiunea *a*, și deci și lățimea *c* a plăcii, se măresc, ceea ce duce adesea la o piesă metalică mai lungă.

Îmbinările prin urechi ale benzilor din tablă cu plăci izolatoare (fig. 2.8.4.24—2.8.4.27) pot fi folosite foarte avantajos și pentru fixarea contactelor de glisare ale comutatoarelor rotative (fig. 2.8.4.28). Aici, supra-

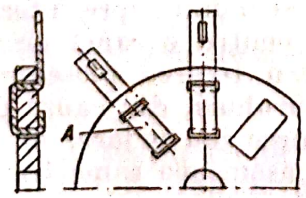


Fig. 2.8.4.28.

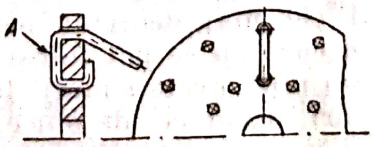


Fig. 2.8.4.29.

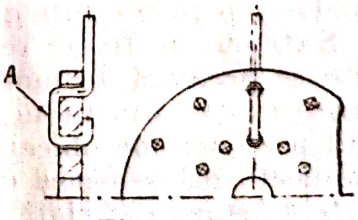


Fig. 2.8.4.30.

Îmbinarea prin urechi a contactelor de frecare pentru comutatoare rotative în plăci izolatoare

fețele *A* servesc drept suprafețe de glisare pentru o perie care se rotește în jurul axei plăcii izolatoare de formă rotundă. Deoarece nu este necesar decît un racord prin lipire, a doua ureche se îndoaie tot în afară. În locul benzilor din tablă, se pot folosi și sîrme rotunde (fig. 2.8.4.29 și 2.8.4.30), dacă suprafețele înguste de contact *A* sînt suficiente și dacă trebuie fixat pe placă un mare număr de contacte. (În fig. 2.8.4.28—2.8.4.30 diametrul plăcii este desenat prea mic în raport cu desfășurarea radială a contactelor, din motive de economie de spațiu. La diametre mai mari ale plăcii, distanța contactelor la marginea exterioară a plăcii nu ar fi atît de mare).

2.8.4.6. Urechi care nu se preîndoiesc

Îmbinări prin urechi de acest fel se folosesc mai ales atunci cînd o piesă în formă de ramă sau tub, așezată vertical pe o piesă plată, trebuie îmbinată cu aceasta. În acest caz, piesa în forma de ramă sau tub poartă urechile.

Dacă piesa care poartă urechile nu este închisă în formă de ramă, ca la piesele ștanțate reprezentate în fig. 2.8.4.31, ea trebuie să fie îndoită astfel, pentru a căpăta o poziție destul de sigură, încît în fiecare direcție să existe o suprafață de așezare suficient de lată.

La grosimi mai mari de tablă se folosesc cu succes îmbinări cu urechi răsucite (fig. 2.8.4.4—2.8.4.6). Un exemplu al unei îmbinări prin urechi ca cea din fig. 2.8.4.6 este reprezentat în fig. 2.8.4.31 (îmbinarea celor două plăci de lagăr ale unui mecanism de ceasornic). Placa plană este pre-

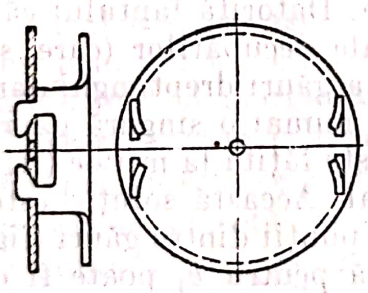


Fig. 2.8.4.31.

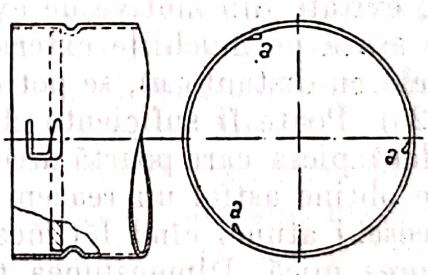


Fig. 2.8.4.32.

Îmbinări prin urechi răsucite

văzută cu decupări, în care intră urechile în formă de pană ale celei de a doua plăci, îndoită în formă de U. În fig. 2.8.4.32 se arată fixarea unui disc de închidere introdus într-o țeavă prevăzută cu o nervură, fixarea făcîndu-se prin urechile *a* crestate din peretele țevii și îndoite spre interior.

Sistemul de fixare reprezentat în fig. 2.8.4.33 pentru o ramă de etichete se pretează în modul cel mai deosebit pentru fixarea pieselor pe carcase subțiri din tablă, la care nu se pot folosi șuruburi, din cauza grosimii pereților (de obicei mai mică decît 1 mm); lipirea sau sudarea nu pot fi aplicate în asemenea cazuri, deoarece, de obicei, asemenea rame trebuie fixate în stare nichelată pe carcasa gata lăcuită.

În fig. 2.8.4.34 se arată o bobină pentru panglica mașinii de scris, asamblată din piese de tablă ștanțate. Miezul acestei bobine este o bucată

de tablă rulată (fig. 2.8.4.35) și îmbinată prin cîte trei urechi cu cele două șaibe laterale.

În fig. 2.8.4.36 se reprezintă un suport de obiectiv pentru un aparat fotografic. Îmbinarea pieselor din tablă cu ajutorul șuruburilor ar fi posibilă numai cu folosirea unor întăriturî corespunzătoare, dar este foarte

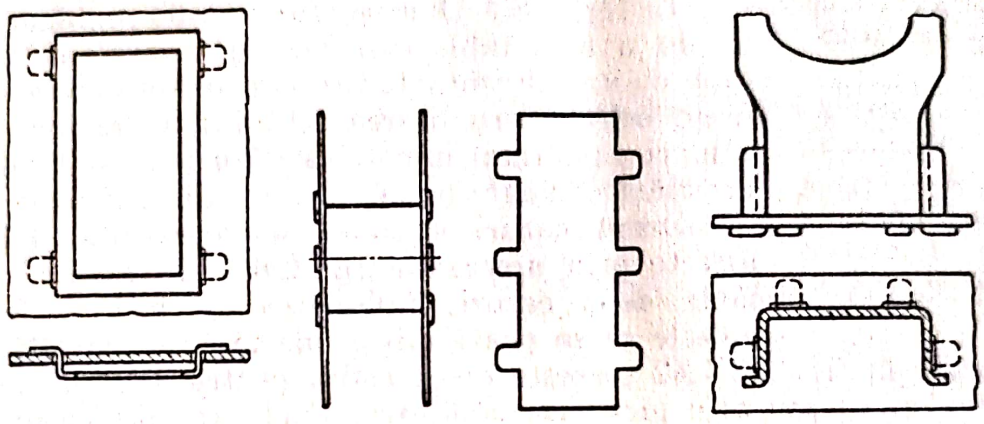


Fig. 2.8.4.33. Fig. 2.8.4.34. Fig. 2.8.4.35. Fig. 2.8.4.36.
Îmbinări prin urechi nepreîndoite

neeconomică. Tablele sînt prea subțiri pentru o nituire directă în felul aplicat la piesele de patine, iar lipirea moale și cea tare trebuie eliminate din cauza motivelor expuse pe larg la cap. „Îmbinări prin lipire“ (cap. 2.3). La o construcție corespunzătoare a pieselor ar putea fi luată în considerare cel mult sudarea electrică prin rezistență.

În fig. 2.8.4.37 și 2.8.4.38 se arată îmbinarea prin urechi a mantalelor cilindrice din tablă cu plăcile de fund, mantaua fiind prevăzută cu patru

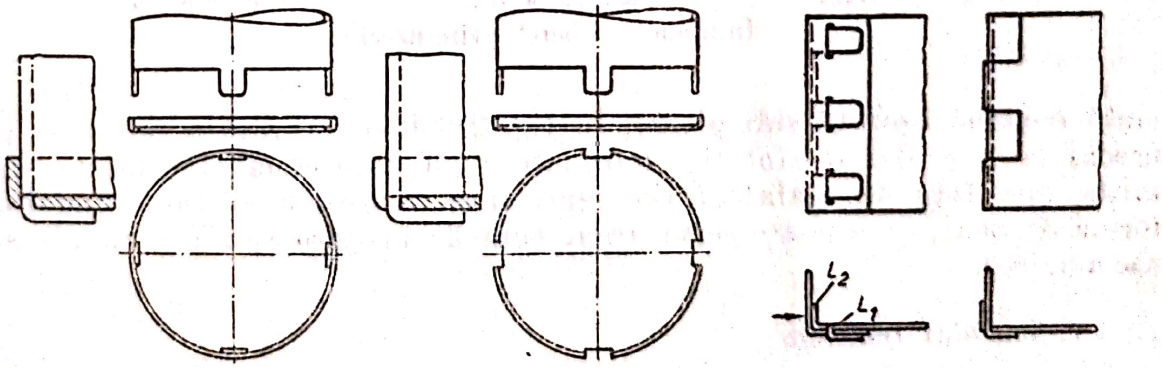


Fig. 2.8.4.37. Fig. 2.8.4.38. Fig. 2.8.4.39. Fig. 2.8.4.40.
Îmbinări prin urechi la vase rotunde din tablă și la mantale poligonale din tablă

urechi care susțin fundul cu marginea răsfrîntă. La execuția reprezentată în fig. 2.8.4.37 sînt prevăzute găuri pentru introducerea prin ele a urechilor, iar la cea reprezentată în fig. 2.8.4.38, decupările corespunzătoare. Îmbinările prin urechi reprezentate în fig. 2.8.4.39 și 2.8.4.40 sînt îmbinări

Scanned with OKEN Scanner

pentru o manta dreptunghiulară. La execuția din fig. 2.8.4.39, urechile L_1 sînt îndoite cu 180°. În afară de aceasta s-au mai prevăzut și urechile L_2 de care se poate rezema marginea tablei în care intră urechile, așa încît la îndoirea urechilor L_1 marginile tablei sînt strînse în direcția săgeții. În fig. 2.8.4.40 se arată urechile de la marginile ambelor table, care se îndoiesc la 90°.

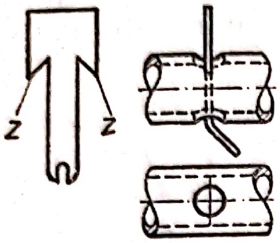


Fig. 2.8.4.41. Îmbinarea prin ureche a unui cuțit de contact cu un tub din pertinax

În fig. 2.8.4.41 este reprezentată îmbinarea prin ureche a unei table care servește drept cuțit de contact cu un tub izolant. Urechea îndoită oblic servește drept ochi pentru lipirea cablului de racord. Pentru a mări siguranța împotriva răsucirii, sînt prevăzute decupări în unghi pentru cei doi dinți Z ai cuțitului.

Drept cazuri speciale se reprezintă îmbinările directe prin urechi din fig. 2.8.4.42—2.8.4.44. În primele două cazuri, îmbinarea se face astfel, încît piesele să se poată mișca una față de cealaltă. Bucșa reprezentată în fig. 2.8.4.42 servește drept cadru pentru o gaură și se folosește la butoni sau alte piese asemănătoare, cînd axa butonului nu corespunde riguros cu axa găurii de trecere a capacului sau a carcasei, în timp ce piesa îndoită din tablă A (fig. 2.8.4.43) servește drept zăvor (B reprezintă o șaibă așezată sub piesă). În fig. 2.8.4.44 se arată o îmbinare prin urechi la care piesele sînt fie îmbinate rigid împreună, fie lăsate să se miște una față de cealaltă. Ea reprezintă fixarea unei table îndoite în formă de ochi, care poate servi drept ochi de agățare sau pentru alt scop asemănător.

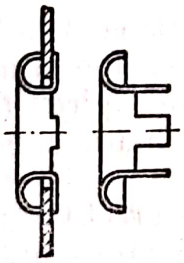


Fig. 2.8.4.42.

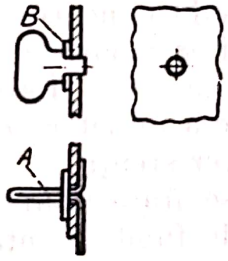


Fig. 2.8.4.43.

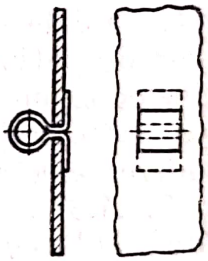


Fig. 2.8.4.44.

Îmbinări „libere“ prin urechi

2.8.4.7. Îmbinări indirecte

La îmbinarea indirectă prin urechi a două piese se folosesc piese separate de îmbinare cu urechi, care sînt introduse în decupări prevăzute în ambele piese, asemănător, de exemplu, cu sistemul întîlnit la îmbinările indirecte prin nituire, după care îmbinarea este realizată prin îndoirea sau răsucirea părții ieșite în afară a urechilor. Îmbinarea prin urechi a pieselor în formă de plăci cu ajutorul pieselor de îmbinare cu urechi îndoite se întîlnește mai rar. Același procedeu se folosește la cunoscutele ace de capsat executate din tablă și folosite pentru asamblarea colilor de hîrtie. Asemă-

nător se pot fixa în unele cazuri și piese, cu ajutorul unor benzi de strîngere, pe o placă de bază, de exemplu prin răsucirea capetelor ca în fig. 2.8.4.45. Pentru a obține asigurarea prin formă, piesa este prevăzută cu decupări corespunzătoare lățimii tablei.

În fig. 2.8.4.46 se arată îmbinarea a două piese din tablă sau a celor două capete ale unui inel închis, cu ajutorul unei plăcuțe găurite, ambele

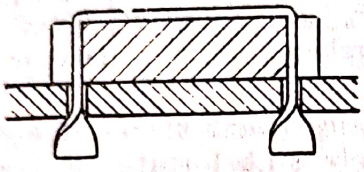


Fig. 2.8.4.45.

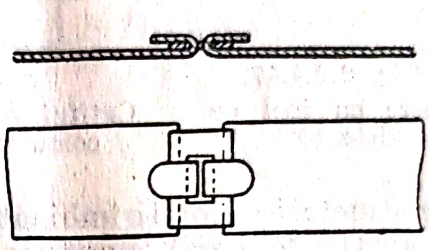


Fig. 2.8.4.46.

Îmbinări indirecte prin urechi cu benzi și plăcuțe din table găurite

din tablă. Această soluție prezintă, față de îmbinarea directă (fig. 2.8.4.18), avantajul că ambele capete pot fi executate cu aceeași sculă.

Pentru îmbinarea a două piese se folosesc uneori și cuie spintecate, dacă deplasarea reciprocă a pieselor, dată de jocul dintre cuiul spintecat și găuri, nu supără sau dacă este înlăturată în măsura cerută, printr-o formă specială dată pieselor. Deoarece îndoirea capetelor nu poate să realizeze o asigurare certă prin formă, îmbinările indirecte prin cuie spintecate se folosesc de regulă numai pentru asigurarea poziției reciproce a pieselor strunjite introduse una în cealaltă (fig. 2.8.4.47). Tabela 2.8.4.1

Tabela 2.8.4.1

Dimensiunile pentru îmbinarea cu cuie spintecate (fig. 2.8.4.47), **în mm**

D	1,5—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—8	8—11	11—17	17—23
d	0,5	0,7	0,9	1	1,4	1,8	2,7	3,7	4,7
d_1	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	3	4	5
w_1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	6	7	8

cuprinde indicații asupra alegerii diametrului d_1 al cuiului spintecat cînd este dat diametrul D al arborelui, precum și diametrul corespunzător d al găurii. În tabela 2.8.4.1 mai este dată și distanța w_1 a cuiului spintecat de la capătul arborelui.

Cuiele spintecate pot fi folosite și ca piese de îmbinare la piesele din tablă și din alte materiale asemănătoare, dacă acestea sînt îndoite în formă de U și dacă sînt astfel introduse pe suportul lor, încît cuiul nu mai are

în principiu decît să asigure poziţia dată de montajul pieselor. Ca exemple, în fig. 2.8.4.48 este arătată fixarea cuţitului de contact al unui comutator cu pîrghie, iar în fig. 2.8.4.49 fixarea unui arc lamelar îndoit.

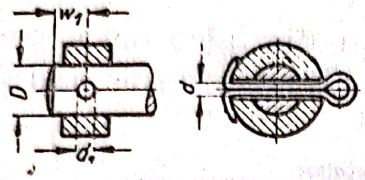


Fig. 2.8.4.47. Arbore cu inel de distanţă

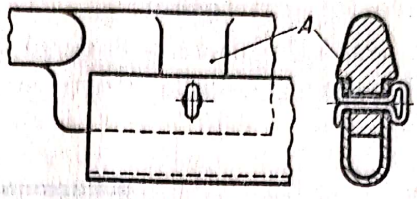


Fig. 2.8.4.48. Cuţitul de contact al unui comutator cu pîrghie

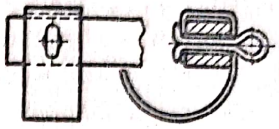


Fig. 2.8.4.49. Bară pătrată cu arc lamelar

Tablele metalice pot fi îmbinate între ele şi prin sîrme de oţel îndoite în formă de U, de tipul agrafelor. Capetele sînt forţate să treacă prin tablele negăurite, şi apoi îndoite.

2.8.5. Îmbinări prin nervurare (ziguire)

Îmbinările prin nervurare sînt îmbinări a două piese introduse una în alta, de obicei de formă cilindrică, îmbinarea fiind realizată prin imprimarea unei nervuri în una din piese. Cealaltă piesă este fixată prin imprimarea nervurii primei piese într-o adîncitură a celei de a doua piese. Piesele asamblate sînt astfel asigurate prin formă împotriva unei deplasări axiale. Ca şi la îmbinarea prin răsfrîngere, nu există decît o asigurare condiţionată împotriva răsucirii, care însă este suficientă.

2.8.5.1. Materiale

Piesa care pătrunde cu nervura în cealaltă piesă (piesa de prindere) trebuie să fie totdeauna executată din material metalic moale şi să aibe forma unui tub cu grosimea peretelui destul de redusă, pentru ca să se poată imprima nervura. Piesa prinsă de către piesa de pătrundere poate fi executată din orice fel de material. Dacă ea este executată din material dur, adîncitura în care intră nervura trebuie să existe înainte de nervurare, în caz contrar adîncitura poate fi realizată şi ulterior la asamblarea pieselor prin chiar imprimarea nervurii (ziguire).

2.8.5.2. Clasificarea îmbinărilor prin nervurare

Cu privire la constituirea asigurării prin formă care împiedică deplasarea axială a pieselor, se stabileşte întîi dacă nervura trebuie să împiedice deplasarea în ambele direcţii sau într-una singură. Dacă un corp cilindric prevăzut cu un canal circular este introdus într-un tub (fig. 2.8.5.1), o nervură imprimată în ţeavă (fig. 2.8.5.2) asigură poziţia pieselor împotriva deplasării în ambele direcţii (îmbinare prin nervurare cu nervură şi canal). Dacă însă, aşa cum se arată în fig. 2.8.5.4, se amplasează o nervură lîngă un corp cilindric introdus într-un tub, de exemplu o şaibă, nervura împie-

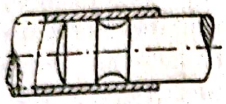


Fig. 2.8.5.1.

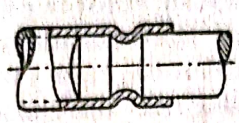


Fig. 2.8.5.2.

Nervură și canal

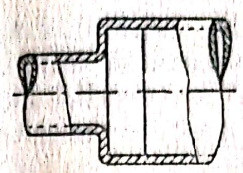


Fig. 2.8.5.3.

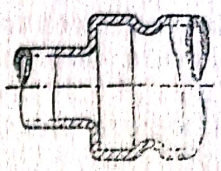


Fig. 2.8.5.4.

Nervură liberă

dică numai deplasarea într-o singură direcție. De aceea corpul introdus este asigurat în cealaltă direcție printr-un umăr (fig. 2.8.5.3), iar îmbinarea este denumită îmbinare prin nervură liberă.

2.8.5.3. Îmbinare cu nervură și canal

O asemenea îmbinare prin nervurare se poate folosi în forma sa cea mai simplă la îmbinarea a două tuburi (fig. 2.8.5.5). Tuburile intră unul în celălalt la locul de îmbinare, pe lungimea a. Rola de nervurare R_1 se imprimă, în direcția săgeții, în ambele tuburi, în timp ce rola de nervurare R_2 servește pentru sprijin. După cum se vede din fig. 2.8.5.6, se formează prin nervura imprimată din afară o adîncitură care deformează și tubul interior, realizîndu-se astfel o îmbinare a celor două tuburi. Nervura poate fi însă imprimată și invers, adică în țeava interioară, formîndu-se astfel un guler exterior (fig. 2.8.5.7). La tuburile cu grosime mai mare a peretelui, se poate executa dinainte nervurarea piesei prinse, care este

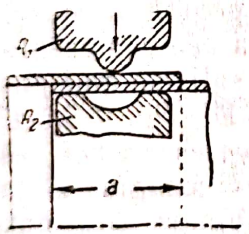


Fig. 2.8.5.5.

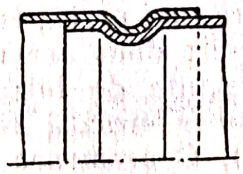


Fig. 2.8.5.6.

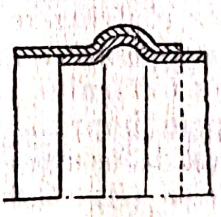


Fig. 2.8.5.7.

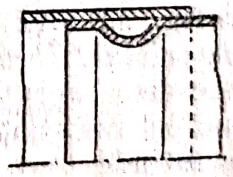


Fig. 2.8.5.8.

Îmbinări de tuburi prin nervurare

fixată prin nervura piesei de prindere, pentru a evita o solicitare prea ridicată a materialului acesteia din urmă la nervurare. În fig. 2.8.5.8 se arată un asemenea caz, înaintea operației de imprimare a nervurii în țeava exterioară.

La îmbinarea unui tub cu o bară rotundă din material moale, de exemplu lemn, nu este necesară pentru nervurare decît o singură rolă cu

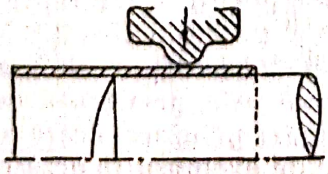


Fig. 2.8.5.9.

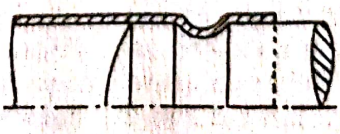


Fig. 2.8.5.10.

Îmbinarea prin nervurare a unei țevi cu o bară rotundă moale

un profil convex (fig. 2.8.5.9). La apăsarea acestei role în direcția săgeții, nervura care se formează se imprimă în materialul moale al barei rotunde (fig. 2.8.5.10). Dacă materialul barei rotunde este prea dur pentru această deformare plastică, trebuie executat dinainte un canal în el (fig. 2.8.5.1).

2.8.5.4. Îmbinare cu nervură liberă

Tipul de îmbinare prin nervurare, arătat în fig. 2.8.5.4, se folosește atunci cînd nu este posibil să se prevadă în piesa care trebuie fixată un canal. Aceasta se întîmplă mai ales la șaibele subțiri. Atunci se prevede

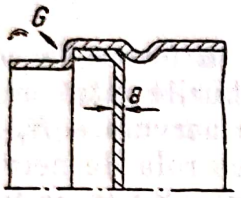


Fig. 2.8.5.11.

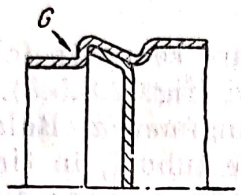


Fig. 2.8.5.12.

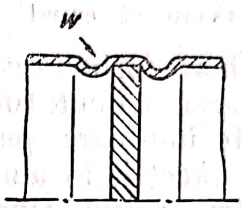


Fig. 2.8.5.13.

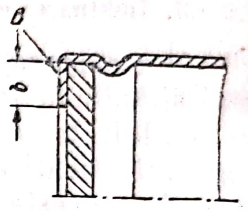


Fig. 2.8.5.14.

Tuburi înfundate îmbinate prin nervurare

un tampon limitator în tub, de exemplu un umăr G, pe care se așază șaiba la imprimarea nervurii (fig. 2.8.5.11 și 2.8.5.12). Pentru a se asigura un ghidaj mai bun, șaiba care trebuie introdusă în țeavă poartă o margine îngustă, realizată prin răsfrîngere. La o formă a șaibei ca cea reprezentată în fig. 2.8.5.12 este suficientă o nervură mai plată, care solicită mai puțin materialul. Înlocuirea umărului printr-o a doua nervură W (fig. 2.8.5.13), care este executată prin imprimare, înainte de introducerea șaibei, este mai ieftină. Suprafața de așezare poate fi formată dintr-o margine B care se întinde spre interior (fig. 2.8.5.14). O asemenea îmbinare s-ar putea realiza și prin răsfrîngerea marginii B, dar se va prefera totdeauna o îmbinare prin nervurare în cazul unei lățimi b mai mare a marginii.

2.8.5.5. Folosirea îmbinărilor prin nervurare

Îmbinările prin nervurare se folosesc în primul rînd la piesele din tablă ambutisate sau presate, pentru fixarea șaibelor așezate în asemenea piese sau pentru alte scopuri asemănătoare, și anume atunci cînd piesa respectivă trebuie fixată într-o piesă care se întinde dincolo de punctul de fixare, așa încît o îmbinare prin răsfrîngere nu este posibilă. Exemple de asemenea îmbinări prin nervurare sînt arătate în fig. 2.8.5.15—2.8.5.19. În fig. 2.8.5.15 se arată un exemplu de îmbinare a două corpuri de formă tubulară printr-o nervură exterioară. Piesa exterioară este prevăzută cu o nervură, încă înainte de asamblarea pieselor. Îmbinări prin nervurare asemănătoare celor din fig. 2.8.5.12 și 2.8.5.14 se găsesc de exemplu la arzătoarele de gaz (fig. 2.8.5.16 și 2.8.5.17). Aici se aplică și soluția cu două nervuri, arătată în fig. 2.8.5.13, de exemplu pentru fixarea unei site (fig. 2.8.5.18).

Scanned with OKEN Scanner

La o brichetă ca cea din fig. 2.8.5.19, fundul este folosit ca suprafață de reazem, ca la execuţia din fig. 2.8.5.14. În fund este decupată o gaură prin care este introdus capacul care trebuie fixat.

Prin nervurare se fixează de cele mai multe ori corpuri mai mult sau mai puțin moi, în general cilindrice, în ţevi metalice cu pereţi subțiri (fig.

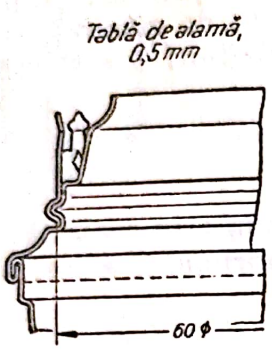


Fig. 2.8.5.15.

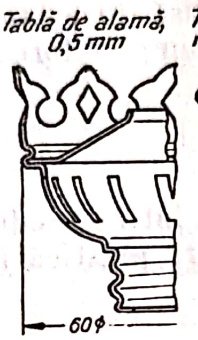


Fig. 2.8.5.16.

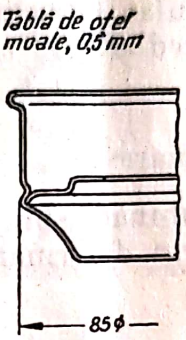


Fig. 2.8.5.17.

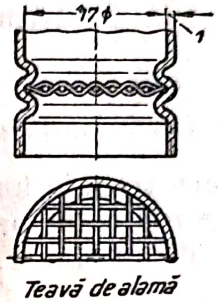


Fig. 2.8.5.18.

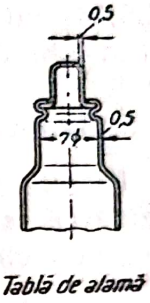


Fig. 2.8.5.19.

Îmbinări prin nervurare

2.8.5.9 și 2.8.5.10). Astfel, fig. 2.8.5.20 reprezintă arborele executat din alamă sau bronz al unui contor de apă cu fus de lagăr din ebonită încastrat în el. Fig. 2.8.5.21 reprezintă îmbinarea capătului unui cablu, iar fig. 2.8.5.22, îmbinarea unui mîner din lemn cu un manșon din alamă (folosită la pensule și la altele asemănătoare). În toate trei cazurile piesa prinsă

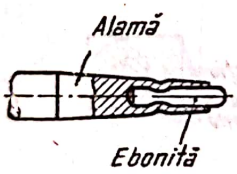


Fig. 2.8.5.20.

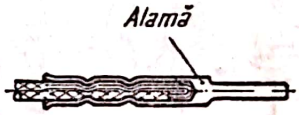


Fig. 2.8.5.21.

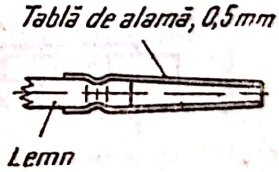


Fig. 2.8.5.22.

Îmbinarea prin nervurare a unor piese moi în ţevi metalice

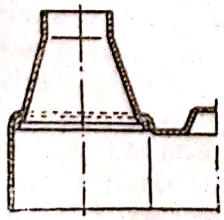


Fig. 2.8.5.23.

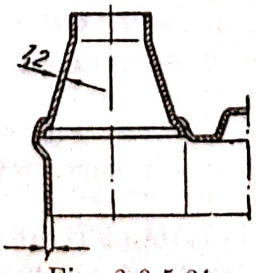


Fig. 2.8.5.24.

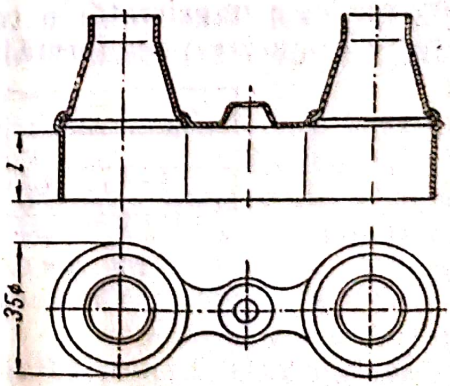


Fig. 2.8.5.25.

Îmbinarea prin gîtuire a pieselor unei carcase pentru un binoclu

este atît de moale, încît nervura executată din afară se poate imprima în ea, realizîndu-se astfel o bună asigurare prin formă.

Un caz special de îmbinare este reprezentat în fig. 2.8.5.23—2.8.5.25, unde piesa nu este prinsă printr-o nervură liberă îngustă, executată dinainte, ci prin gîtuirea piesei de prindere pe toată lungimea sa, pînă la locul îmbinării cu piesa prinsă. În fig. 2.8.5.23 este arătată o jumătate a piesei de legătură cu piesa de ocular introdusă în ea înainte de gîtuire, în fig. 2.8.5.24, într-o fază intermediară, în timp ce forma definitivă este arătată în fig. 2.8.5.25.

2.8.6. Îmbinări prin imprimare

Piesele care trebuie îmbinate sînt întîi introduse una în cealaltă, apoi îmbinarea este realizată prin deformare plastică (imprimare) a uneia din piese la locul de îmbinare.

2.8.6.1. Clasificarea îmbinărilor prin imprimare

Îmbinările prin imprimare se folosesc în general pentru a fixa o piesă prismatică cu profil circular sau plan (ca piesă interioară) într-o altă piesă (piesa exterioară). De aceea se deosebesc îmbinări prin imprimare cu piesa interioară cilindrică și cu piesa interioară cu fețe plane.

2.8.6.2. Îmbinări cu piesa interioară cilindrică

În fig. 2.8.6.1 se arată un fus de lagăr (fus dublu) care este fixat în armătura unui releu. După introducerea piesei strunjite prevăzute cu canale,

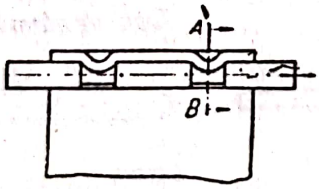


Fig. 2.8.6.1.

Fig. 2.8.6.2.

Fus dublu imprimat într-o armătură de releu

marginea este imprimată în canale, așa încît deplasarea este împiedicată printr-o asigurare prin formă (fig. 2.8.6.2).

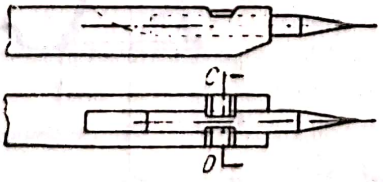


Fig. 2.8.6.3.

Fig. 2.8.6.4.

Vîrf de compas fixat prin imprimare

În fig. 2.8.6.3 se arată un vîrf de compas fixat prin imprimare. Datorită solicitării relativ reduse, în acest caz nu s-a mai prevăzut o asigurare deosebită prin formă (fig. 2.8.6.4).

Scanned with OKEN Scanner

Îmbinările prin imprimare ale unor cepuri sînt arătate în fig. 2.8.6.5—2.8.6.9. Diametrul d al cepului piesei interioare (fig. 2.8.6.5) este introdus într-o gaură rotundă a piesei exterioare și iese în afară cu mărimea z. Îmbinarea se realizează prin imprimarea unor segmenți plați (fig. 2.8.6.6),

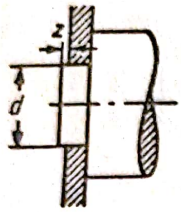


Fig. 2.8.6.5.

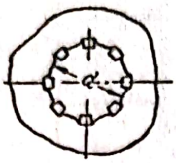


Fig. 2.8.6.6.

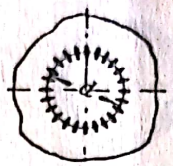


Fig. 2.8.6.7.

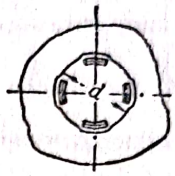


Fig. 2.8.6.8.

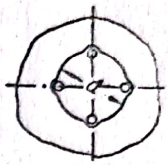


Fig. 2.8.6.9.

Îmbinarea prin imprimare a cepurilor rotunde

unor zimți (fig. 2.8.6.7), unor crestături de daltă (fig. 2.8.6.8) sau unor puncte (fig. 2.8.6.9), în marginea cepului. Asemenea îmbinări prin imprimare se preferă uneori unei nituiri (fig. 2.8.1.2); solicitarea pieselor în timpul îmbinării este considerabil mai redusă.

Dacă îmbinarea prin imprimare arătată în fig. 2.8.6.5—2.8.6.9 nu dă o rezistență suficientă, poate fi aleasă o execuție ca cea din fig. 2.8.6.10.

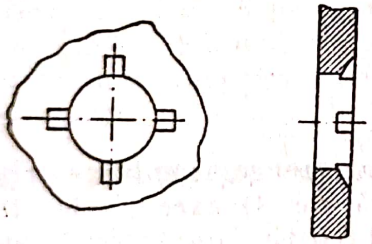


Fig. 2.8.6.10.
Gaură cu crestături frezate

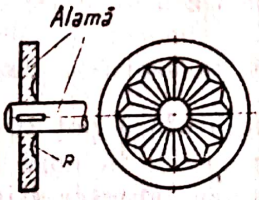


Fig. 2.8.6.11.
Fixarea unei șaibe pe un arbore prin sertizare

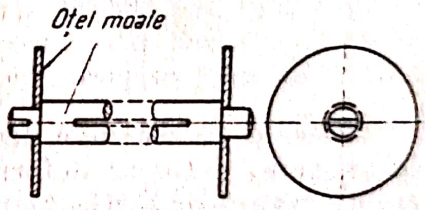


Fig. 2.8.6.12.
Fixarea unei flanșe pe miezul unei bobine prin sertizare

În acest caz se face imprimarea cepului rotund care iese în afară (fig. 2.8.6.5) și astfel se umplu crestăturile frezate din conturul găurii piesei exterioare.

Pentru a fixa o șaibă pe un arbore, aceasta poate fi, de exemplu, deformată prin sertizare cu ajutorul unui poanson (fig. 2.8.6.11), încît se obține o asigurare suficientă prin forță sau, printr-o construcție adecvată a arborelui, chiar o asigurare prin formă. În fig. 2.8.6.11 se arată o asemenea fixare a unei șaibe din alamă servind drept buton rotativ. Arborele din bară rotundă de alamă este prevăzut cu două crestături, în care este presat în parte materialul șaibei din alamă la deformarea prin poansonare. Poansonul, respectiv baza pe care se așază șaiba, imprimă în aceasta, pe una din fețe, canalul R, iar pe cealaltă față, desenul în formă de stea. Deoarece șaiba este relativ subțire, ea va fi excentrică; acest lucru nu are însă nici o importanță în cazul dat. O rotire mai corectă a șaibelor

fixate prin sertizare se realizează la bobina pentru film a unui aparat fotografic (fig. 2.8.6.12), deoarece umerii arborelui servesc drept suprafețe de reazem pentru șaibe. Șaibele sînt executate din oțel, iar arborele din aluminiu. Imprimarea se face cu ajutorul unei scule de forma unei dălți, iar

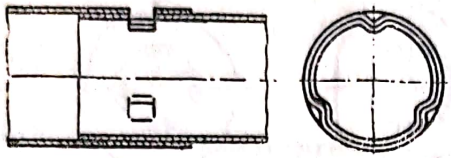


Fig. 2.8.6.13.

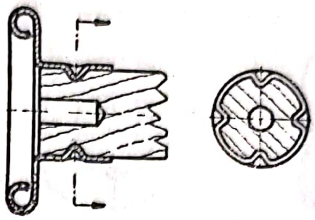


Fig. 2.8.6.14.

Fixarea pieselor de formă tubulară prin imprimarea de puncte

diametrul găurii din șaibă se micșorează prin imprimare. Scula imprimă cele patru crestături care se văd în figură.

La îmbinarea prin imprimare a două piese de formă tubulară cu pereți subțiri, introduse una în alta (fig. 2.8.6.13), se deformează în același timp și țeava interioară. Aceeași situație se întîlnește cînd piesa interioară este executată dintr-un material moale care cedează, de exemplu din lemn, ca la fixarea unei flanșe pentru o bobină de film (fig. 2.8.6.14). Piesa interioară poate să capete și o gaură, în care pătrunde peretele piese i exterioare la fixarea prin imprimare a unor puncte.

2.8.6.3. Îmbinări cu piesa interioară cu suprafețe plane

Piesele cu secțiune dreptunghiulară pot fi de asemenea asamblate prin imprimare, datorită deformării piesei în care intră ele. O execuție foarte simplă reprezintă fixarea unui arc lamelar (fig. 2.8.6.15), dacă confecționarea matrițelor de ștanțare este rentabilă. Prin două incizii, o porțiune din suprafața tablei este separată pe două laturi și apoi este bombată în

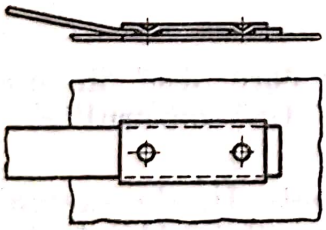


Fig. 2.8.6.15.

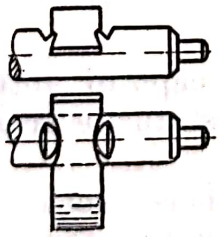


Fig. 2.8.6.16.

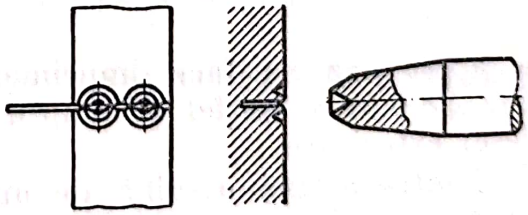


Fig. 2.8.6.17.

Îmbinarea prin imprimare a pieselor ștanțate

sus formînd astfel o punte. Arcul care are două găuri este apoi introdus între tablă și puntea astfel formată și este fixat prin imprimarea a două puncte care pătrund în găurile lui. Găurile sînt necesare, deoarece arcul este prea dur pentru ca vîrfurile imprimate să poată intra în material.

La ceasurile deșteptătoare se folosește îmbinarea prin imprimare (fig. 2.8.6.16) a unei piese ștanțate (ancoră) cu fusul corespunzător. După cum

se arată în fig. 2.8.6.16, din fus se obțin prin dăltuire două gheare, care se așază peste marginea ancorei. În fig. 2.8.6.17 se arată fixarea capătului unui arc de ceasornic, prin imprimarea cu ajutorul unui punctator găurit.

Îmbinări prin imprimare realizate cu urme de daltă se folosesc deseori la asamblarea pieselor ștanțate. Urmele transversale pot fi imprimate cu

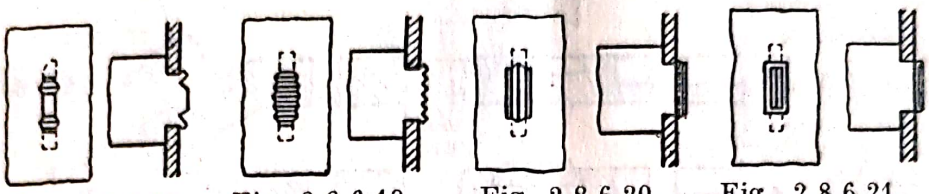


Fig. 2.8.6.18. Fig. 2.8.6.19. Fig. 2.8.6.20. Fig. 2.8.6.21.

Îmbinări prin imprimare cu cepuri dreptunghiulare

dalta dublă (fig. 2.8.6.18) sau folosind o rolă de zimțare (fig. 2.8.6.19) și se obțin astfel urme așezate una lîngă cealaltă. Îmbinări cu urme longitudinale sînt arătate în fig. 2.8.6.20 și 2.8.6.21. Solicitarea pieselor la asamblare este mai mică decît la îmbinarea prin nituire (fig. 2.8.1.30).

2.8.7. Îmbinări prin lărgire sau îngustare

Îmbinările prin lărgire sau îngustare sînt în general îmbinări nedemontabile a două piese, realizate prin lărgirea (fig. 2.8.7.2) sau îngustarea (fig. 2.8.7.15) uneia din piese (îmbinare directă prin lărgire sau prin îngustare) sau a unei piese de legătură (îmbinare indirectă prin lărgire sau prin îngustare).

2.8.7.1. Îmbinări prin lărgire

Dacă forța P acționează în direcția săgeții (fig. 2.8.7.1) asupra unei șaibe metalice conice S cu diametrul d, aceasta se va aplatisa și va intra

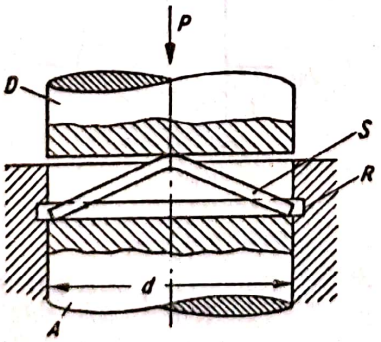


Fig. 2.8.7.1.

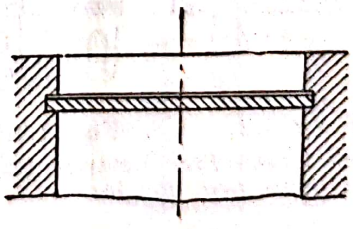


Fig. 2.8.7.2.

Îmbinare prin lărgire

astfel în canalul R, dacă ea va fi dintr-un material moale (de exemplu tablă moale de alamă). În acest caz tija A servește drept reazem, iar tija de presare D aplatisează șaiba. În fig. 2.8.7.2 se arată o astfel de îmbinare.

După același principiu sînt realizate îmbinările reprezentate în fig. 2.8.7.4 și 2.8.7.6 la fixarea benzilor din argint pentru diviziuni pe cercurile raportoarelor de măsurare. Benzile sînt mai întîi trase ca bare profilate, sînt așezate cu unul din capete în canalul strunjit în formă de coadă de

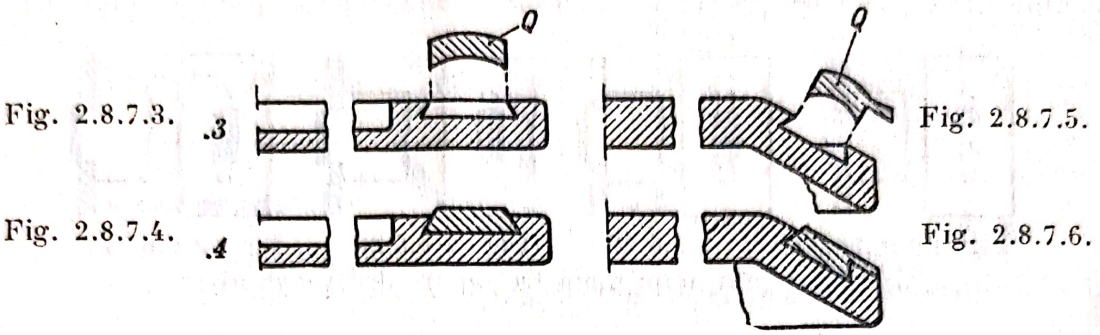


Fig. 2.8.7.3. Fig. 2.8.7.5.

Fig. 2.8.7.4. Fig. 2.8.7.6.

Benzi din argint fixate prin lărgire în locașuri

rîndunică, apoi sînt curbate în formă de cerc și fixate prin laminare, secțiunea Q a benzii (fig. 2.8.7.3 și 2.8.7.5) căpătînd forma arătată în fig. 2.8.7.4 și 2.8.7.6.

În piesele din materiale moi, de exemplu în lemn, piesele metalice pot fi fixate direct prin lărgire. Clema pentru racord electric (fig. 2.8.7.7) executată din tablă de alamă este fixată prin lărgire în gaura cilindrică cu diametrul d; dinții de ferăstrău împiedică slăbirea îmbinării. La soluția îmbinării reprezentate în fig. 2.8.7.8, piciorul prevăzut cu două vîrfuri este bătut direct în lemn și distanța între vîrfuri se lărgește, realizîndu-se astfel siguranța necesară îmbinării.

În fig. 2.8.7.9 și 2.8.7.10 se arată îmbinări prin lărgire ale unor știfturi în găurile unor plăci metalice. La execuția reprezentată în fig. 2.8.7.9,

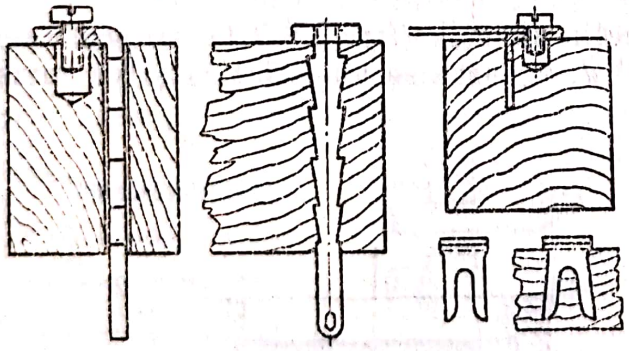


Fig. 2.8.7.7. Fig. 2.8.7.8.

Cleme pentru racorduri electrice fixate în lemn prin lărgire

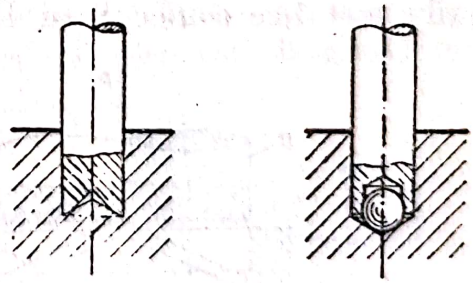


Fig. 2.8.7.9. Fig. 2.8.7.10.

Îmbinări prin lărgirea știfturilor în găurile plăcilor metalice

știftul este executat cu o gaură conică în cap, care întîlnește la introducerea în gaură un con mai puțin ascuțit, așa încît la asamblare, diametrul știftului este mărit și se așază astfel cu asigurare prin forță pe pereții găurii. Un efect asemănător se obține la construcția arătată în fig. 2.8.7.10. Prin bila așezată în fundul găurii pentru știft, diametrul știftului este lărgit și se așază cu asigurare prin formă pe pereții găurii. Asemenea fixări de

știfturi se folosesc mai ales atunci cînd suprafața plăcii nu trebuie deteriorată la îmbinarea prin lărgire (fiind vopsită etc.).

Îmbinarea prin lărgire pentru o piesă de racord a unui ungător de lagăr, la care asamblarea este realizată cu ajutorul unui con din oțel, este arătată

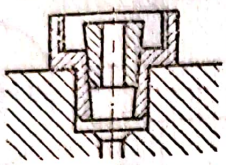


Fig. 2.8.7.11. Îmbinare prin lărgire realizată printr-o bucșă conică

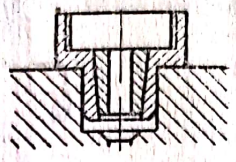


Fig. 2.8.7.12.

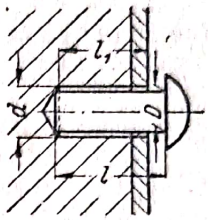


Fig. 2.8.7.13. Îmbinare prin lărgire cu ajutorul unui nit cu cap semirotund

în fig. 2.8.7.11 și 2.8.7.12. După introducerea în gaură a piesei de racord, se presează conul din oțel în aceasta.

Exemplele din fig. 2.8.7.10 și 2.8.7.12 sînt îmbinări indirecte prin lărgire.

Niturile cu cap semirotund din material moale (de exemplu cupru sau aluminiu) pot fi de asemenea folosite pentru îmbinări indirecte prin lărgire, dacă tija nitului este deformată plastic într-o gaură cu fund. În acest scop este necesar ca lungimea l a tijei nitului să fie mai mare decît adîncimea totală l_1 a pachetului de table. Între diametrul D al tijei nitului și diametrul d al găurii există un joc, așa încît, înainte de deformarea sa plastică, nitul poate fi introdus ușor în gaură (fig. 2.8.7.13).

2.8.7.2. Îmbinări prin îngustare

Șaiba metalică conică executată dintr-un material moale (de exemplu tablă de alamă recoaptă) este presată între cele două piese W_1 și W_2 și

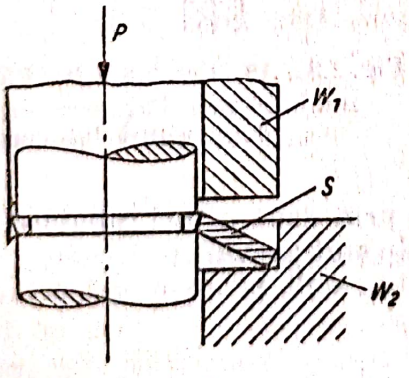


Fig. 2.8.7.14. Îmbinare prin îngustare

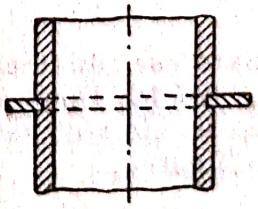


Fig. 2.8.7.15. Îmbinare prin îngustare

aplatisată (fig. 2.8.7.14). Prin micșorarea găurii șaibei, materialul acesteia intră în canalul barei rotunde. Îmbinarea realizată este arătată la o scară mai mică în fig. 2.8.7.15.

La rotoarele electromotoarelor mici, tolele pot fi strînse între două flanșe fixate prin îngustare pe ax (fig. 2.8.7.16), realizîndu-se o lungime constructivă redusă. În prima fază se fixează prin îngustare una din flanșe

Tabela 2.8.7.1

Dimensiunile pentru îmbinarea arbore-flanșă (fig. 2.8.7.17 și 2.8.7.18), **în mm**

d	8	15
d_1	7	14
d_2	8,5	15,5
D	18,5	29,5
D_1	17,5	27,5
S	1,5	2,5

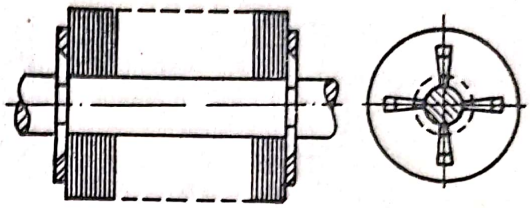


Fig. 2.8.7.16.
Arbore de electromotor cu tole de rotor care sînt ținute prin flanșe îmbinate pe arbore prin îngustare

(fig. 2.8.7.18), pentru a servi ca suprafață de așezare, folosindu-se în acest scop o șaibă conică din oțel prevăzută cu tăieturi (fig. 2.8.7.17), care ușurează aplatisarea ei. După înșirarea tolelor de rotor pe arbore se îmbină prin îngustare a doua șaibă (fig. 2.8.7.17). Aceste îmbinări prin îngustare se folosesc pentru arbori cu diametrul de 8 și 15 mm. Valorile dimensiunilor arborelui, canalului de pe acesta și ale flanșelor sînt date în tabela 2.8.7.1.

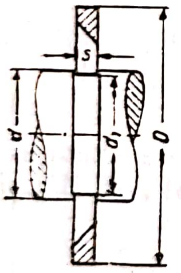


Fig. 2.8.7.17.

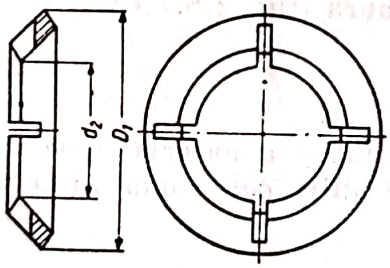


Fig. 2.8.7.18.
Îmbinarea prin îngustare a unei flanșe din oțel

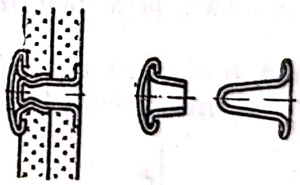


Fig. 2.8.7.19. Fig. 2.8.7.20. Fig. 2.8.7.21.
Îmbinare prin lărgire realizată prin două nituri tubulare

O îmbinare asemănătoare, realizată prin două nituri tubulare, este arătată în fig. 2.8.7.19. Două piese din piele sînt prevăzute cu găuri, iar nitu-rile introduse în ele sînt astfel concepute, încît printr-o apăsare axială se realizează îmbinarea.

2.9. ÎMBINĂRI PRIN ÎNCASTRARE

Îmbinările prin încastrare (încastrările) sînt îmbinări nedemontabile ale mai multor piese asigurate prin formă. Deosebirea fundamentală față de celelalte sisteme de îmbinare nedemontabile este că în cel mai simplu

caz una din cele două piese care se îmbină se realizează de-abia în timpul executării îmbinării. Materialul acestor piese se găsește întîi în stare lichidă sau păstoasă, iar la solidificarea lui piesele așezate dinainte în forme de presare sau de turnare se îmbracă astfel de către acest material, încît acestea sînt încastrate, și se obține o îmbinare solidă.

2.9.1. Clasificarea îmbinărilor prin încastrare

După felul materialelor folosite, se deosebesc încastrări în piese din materiale plastice presate (încastrări prin presare) și încastrări în: metale turnate, aliaje turnate sub presiune, materiale plastice injectate sau în masă de sticlă (încastrări prin turnare). Dacă piesa formată din materialul respectiv este în același timp una din piesele care trebuie asamblate, se obține o încastrare directă, dacă, dimpotrivă, are drept scop numai să asambleze între ele piesele, se obține o încastrare indirectă.

2.9.2. Ancorarea pieselor

Deoarece la răcirea masei corpului apare întotdeauna o contracție, chiar și piesele netede, deci care nu sînt ancorate, sînt asigurate prin forță. Dacă acest lucru nu este suficient, se realizează o fixare prin formă care să ducă la o asigurare prin formă. Corespunzător solicitării ulterioare a pieselor metalice încastrate, ancorarea se face împotriva smulgerii sau împotriva răsucirii, dacă este cazul, în ambele direcții. Ca ancoră împotriva smulgerii se poate prevedea la piesele rotunde un canal, iar la piesele din tablă, o gaură. O ancorare împotriva răsucirii nu este necesară decît la piesele rotunde. Ea se obține de exemplu printr-o zimțare cu dinți drepți sau cu dinți încrucișați. Zimțarea în cruce asigură în același timp piesa combinată împotriva smulgerii.

La încastrarea pieselor trebuie ținut seama că, în timpul „curgerii" masei fluide, sub presiune ridicată, piesele introduse în forme se pot ușor deplasa sau îndoi, dacă sînt așezate defavorabil sau au o formă necorespunzătoare.

2.9.3. Încastrări prin presare

2.9.3.1. Materiale presate

Materialele presate conțin materiale de umplere organice sau anorganice fărîmițate și un liant care devine fluid la încălzire. Amestecul este introdus în forme de presare (forme din oțel) secționate în mod corespunzător, unde formează, sub presiune și temperatură ridicate, un corp solid care umple forma. Dintre diferiții lianți folosiți în acest scop își găsesc aplicare aproape exclusiv rășinile sintetice, mai ales rășinile fenolice și cele pe bază de uree, din care rezultă materiale presate pe bază de rășini sintetice, denumite fenoplaste și aminoplaste. Aceste materiale presate sînt supuse unui tratament termic, mai mult sau mai puțin îndelungat, în forma de presare,

Scanned with OKEN Scanner

amestecul întărindu-se astfel pentru a da o masă nefuzibilă şi foarte constantă din punct de vedere chimic. Piesele presate din fenoplaste au proprietăţi mecanice şi electrice foarte bune, iar la folosirea unor forme de presare din oţel lustruite se obţin piese care nu mai necesită decît foarte puţine prelucrări ulterioare. Aminoplastele se folosesc mai ales atunci cînd se cer nuanţe de culori mai deschise sau străvezii şi o bună rezistenţă la efectul luminii.

2.9.3.2. Încastrări directe prin presare

Fixarea pieselor prin încastrare directă prin presare presupune că piesa respectivă este executată din material presat. Materialul presat se alege pe baza cerinţei frecvente ca piesele metalice sau chiar nemetalice, care

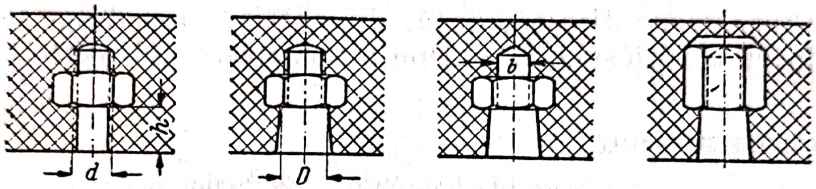


Fig. 2.9.3.1. Fig. 2.9.3.2. Fig. 2.9.3.3. Fig. 2.9.3.4.
Piuliţe filetate încastrate prin presare

se încastrează prin presare, să fie izolate una de alta. Alegerea materialelor presate mai este însă determinată, în unele cazuri, şi de conductibilitatea termică redusă şi de greutatea specifică foarte redusă în comparaţie cu metalele. Faptul că piesele din materiale presate se pot executa dintr-o singură bucată — chiar la forme foarte complicate — cu suprafeţe foarte netede şi în diferite nuanţe de culori, duce la adoptarea acestui procedeu şi în consecinţă la posibilitatea încastrării de piese, chiar în acele cazuri unde nu este vorba de o izolare electrică. Acestea au atunci drept scop să realizeze o întărităre în acele locuri, unde rezistenţa materialului presat nu ar fi suficientă pentru solicitarea respectivă. Chiar dacă în unele cazuri, la alegerea unor materiale presate de duritate corespunzătoare, filetele se pot obţine direct la formare sau se pot tăia ulterior, este totuşi necesar ca la solicitările mai importante să se procedeze în general la încastrarea prin presare a unor piese metalice prevăzute cu filet.

Sistemele de ancorare cele mai frecvent folosite vor fi tratate în cele ce urmează, pe baza unor exemple reprezentative.

Încastrarea prin presare a pieselor strunjite. În fig. 2.9.3.1—2.9.3.4 se arată amplasarea unor piuliţe hexagonale, care necesită o fixare împotriva smulgerii. Fixarea împotriva răsucirii este dată de feţele hexagonului. Pentru a fi ţinută în forma de presare, piuliţa fie că este înşurubată pe un cep filetat, care după încastrare trebuie scos prin deşurubare, fie că este introdusă pe un dorn cilindric (diametrul b al dornului fiind egal cu diametrul interior al filetului piuliţei, fig. 2.9.3.3), care trebuie doar retras după încastrare. Înşurubarea piuliţei (fig. 2.9.3.1 şi 2.9.3.2) este ceva mai costisitoare, însă prezintă faţă de introducerea pe dorn (fig. 2.9.3.3) avantajul că piuliţa se găseşte după încastrare în poziţia corectă, iar materialul

presat nu poate intra atît de ușor în filet. În spatele piuliței filetul continuă, așa încît ulterior șurubul introdus în piuliță poate să iasă în afara acesteia. La soluția din fig. 2.9.3.1, cota h nu se poate respecta cu precizie, deoarece se ține seama de o deplasare a piuliței de-a lungul dornului filetat în timpul presării, datorită presiunii exercitate. Această eroare poate fi eliminată printr-un umăr D (aproximativ 1,5 d) (fig. 2.9.3.2), ceea ce mai reduce și manopera pentru înșurubare. Pentru a putea deșuruba mai ușor umărul D din piesa presată el este executat ușor conic. La introducerea piuliței pe un dorn cilindric, al cărui diametru b (fig. 2.9.3.3) trebuie să fie egal cu diametrul interior al filetului piuliței, masa presată poate intra ușor în ultimii pași ai filetului piuliței. Acest risc se poate elimina prin folosirea unei piulițe cu gaură înfundată (fig. 2.9.3.4).

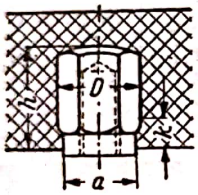


Fig. 2.9.3.5.

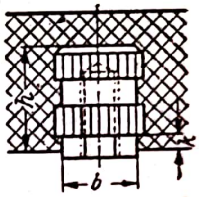


Fig. 2.9.3.6.

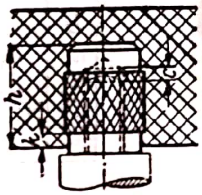
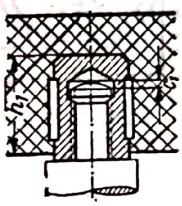


Fig. 2.9.3.7.



Dig. 2.9.3.8.

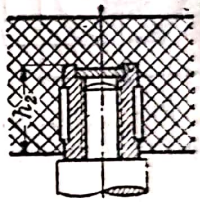


Fig. 2.9.3.9.

Încastrări prin presare cu piulițe filetate care ies în afară cu unul din capete

La piulițele filetate care ies în afară cu unul din capete, trebuie ținut seama ca acel capăt să fie cilindric (fig. 2.9.3.5 și 2.9.3.6), pentru ca după presare să fie posibilă o debavurare rapidă și eficace. Pentru ancorare împotriva răsucirii se folosește la execuția reprezentată în fig. 2.9.3.5 un hexagon, iar la cea reprezentată în fig. 2.9.3.6, o zimțare. În ambele cazuri este vorba de un semifabricat tras. Dimensiunile profilului hexagonal tras, în comparație cu cele ale profilului striat, sînt arătate în fig. 2.9.3.10 și 2.9.3.11. Pentru asigurarea împotriva smulgerii și răsucirii este determinantă mai ales valoarea $\frac{D-a}{2}$ (fig. 2.9.3.5) și $\frac{D-b}{2}$ (fig. 2.9.3.6). După cum se vede din tabela 2.9.3.1, însă, $b > a$, ceea ce poate fi favorabil în unele cazuri, datorită suprafeței de așezare mai mari, de exemplu la piulițele de strîngere pentru racordurile cu șurub. Pe de altă parte, însă,

$$\frac{D-a}{2} > \frac{D-b}{2}$$

și deci ancorarea este mai eficace la piulița hexagonală. În cele mai multe cazuri, ajunge pentru ancorare o zimțare în cruce cu pas mare, care asigură atît împotriva răsucirii cît și împotriva smulgerii (fig. 2.9.3.7). Avantajul constă în folosirea unui semifabricat tras rotund, care este mai ieftin decît semifabricatul cu profil striat arătat în fig. 2.9.3.11. Dimensiunea k din fig. 2.9.3.5—2.9.3.7 trebuie să fie pe cît posibil mai mare decît 0,5 mm, deoarece din cauza toleranțelor de execuție este imposibil să se obțină ca umărul piesei să fie exact pe același nivel cu suprafața piesei presate. Înălțimea constructivă mare h care rezultă la piulițele filetate reprezentate

din fig. 2.9.3.5—2.9.3.7 se explică în primul rînd prin adîncimea suplimentară c a găurii înfundate (fig. 2.9.3.7) (pentru dimensionarea lui c, v. cap. 2.6.2.4). Trebuie deci căutat să se realizeze o micşorare a cotei c. În fig. 2.9.3.8 aceasta se realizează prin degajarea capătului filetului. O asemenea execuţie nu este însă recomandabilă decît la diametre mai mari ale filetului ($>$ M4), deoarece s-a dovedit că la diametrele mai mici prezintă greutăţi nu strunjirea degajării din spatele filetului, ci evacuarea aşchiilor din găurile mici. Acest dezavantaj poate fi eliminat printr-o soluţie ca cea reprezentată în fig. 2.9.3.9. Pentru a împiedica intrarea

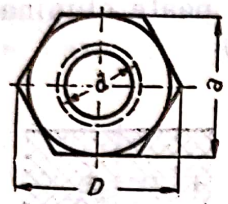


Fig. 2.9.3.10. Piuliţă hexagonală

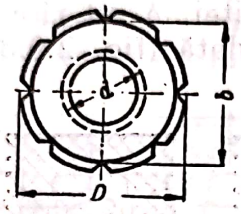


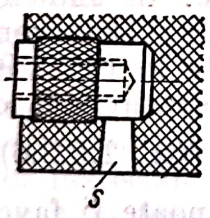
Fig. 2.9.3.11. Piuliţă striată

Tabela 2.9.3.1

Dimensiunile piuliţelor hexagonale striate (fig. 2.9.3.10 şi 2.9.3.11), **în mm**

D	4	4,5	5	5,5	6,5	7,5
a	3,4	3,8	4,2	4,7	5,6	6,4
b	3,6	4,1	4,5	5	6	7
d	M2,6	M3	M3,5	M4	M5	M6

masei presate în gaura filetată străpunsă, deci deschisă, se prevede la partea dinspre corpul presat o şaibă de închidere, care este aşezată liber şi este apoi asigurată împotriva căderii în timpul presării, prin imprimarea a trei puncte. Pentru ca presiunea din timpul presării să nu împingă şaiba în interiorul filetului, ea este executată din tablă de oţel suficient de groasă. La execuţia reprezentată în fig. 2.9.3.9 în comparaţie cu cea din fig. 2.9.3.8 poate fi obţinută şi reducerea înălţimii constructive h_2 faţă de h_1.



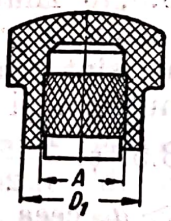


Fig. 2.9.3.12. Fig. 2.9.3.13. Încastrarea prin presare a piuliţelor de filet

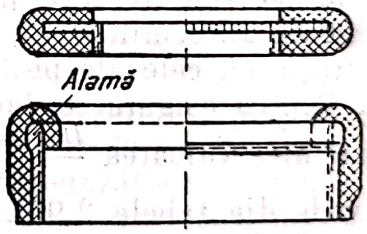


Fig. 2.9.3.14. Fig. 2.9.3.15. Rame de ocular în care sînt încastrate prin presare piese metalice

Dacă piuliţa filetată trebuie amplasată transversal faţă de direcţia de presare (fig. 2.9.3.12), trebuie prevăzut un reazem în forma de presare. Golul care rămîne în urma scoaterii reazemului, marcat pe figură prin S, trebuie avut în vedere la proiectarea piesei presate. Este necesar ca diametrul exterior D_1 al părţii din material presat a piuliţei de strîngere (fig. 2.9.3.13) să fie destul de mare în comparaţie cu diametrul bucşei, pentru ca piesa presată să nu crape la răcire datorită contracţiei. Dacă această prescripţie nu poate fi respectată din cauza formei, aşa cum este cazul la ramele de ocular reprezentate în fig. 2.9.3.14 şi 2.9.3.15, trebuie folosit un material de presare care să nu crape la contracţie, chiar la grosimi ale

pereților relativ reduse. Deoarece aici nu este cerută o izolație electrică, alegerea unui asemenea material de presare nu prezintă greutăți.

Aceleași puncte de vedere, care au fost indicate la piulițele filetate ieșite în afară cu unul din capete (fig. 2.9.3.5 și 2.9.3.6), sînt valabile și pentru piulițele filetate care ies în afară cu ambele capete. Dintre diferitele feluri de ancorare, cel mai ieftin este reprezentat de piulița striată în cruce (fig. 2.9.3.18 și 2.9.3.21), deoarece la profilul hexagonal (fig. 2.9.3.16 și 2.9.3.19) și la cel striat drept (fig. 2.9.3.17 și 2.9.3.20) trebuie procedat la strunjiri suplimentare. Din cauza toleranțelor lungimii piulițelor și a

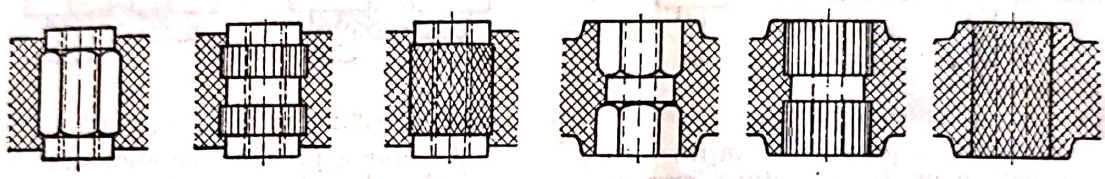


Fig. 2.9.3.16. Fig. 2.9.3.17. Fig. 2.9.3.18. Fig. 2.9.3.19. Fig. 2.9.3.20. Fig. 2.9.3.21.
Încastrări prin presare cu piulițe filetate care ies în afară cu ambele capete

toleranțelor pieselor presate este imposibil să se asigure ca suprafața piulițelor să coincidă exact cu suprafața pieselor presate, fără o prelucrare ulterioară. De aceea se admite ca piulițele să iasă puțin în afară la ambele capete (fig. 2.9.3.16—2.9.3.18) sau se prevăd bosaje speciale în piesele presate (fig. 2.9.3.19—2.9.3.21), care permit o ușoară adîncire după presare. Deoarece la execuțiile reprezentate în fig. 2.9.3.19—2.9.3.21 se poate produce ușor umplerea filetului cu material presat, spre deosebire de execuția reprezentată în fig. 2.9.3.16—2.9.3.19, filetul este tăiat de-abia după presare. Este de la sine înțeles că înainte de presare trebuie, însă, dată o gaură cu diametrul egal cu diametrul interior al filetului, care să servească pentru ținerea piuliței în forma de presare.

Deoarece la presare bucșele filetate se pot deplasa, trebuie ținut seama de acest fapt la amplasarea mai multor bucșe care trebuie să aibă distanța dintre axe L respectată riguros (fig. 2.9.3.22). După cum se vede din fig. 2.9.3.22, bucșele sînt încastrate fără a fi găurite. Tijele a servesc numai pentru ținerea în forma de presare, după care trebuie îndepărtate. Găurirea se face în direcția B. Pe cît posibil, diametrul a al tijei trebuie să fie mai mic decît diametrul interior al filetului, așa încît la găurire tijele să cadă de la sine.

Sistemele de ancorare pentru cleme de trecere sînt arătate în fig. 2.9.3.23 și 2.9.3.24. Ancorarea printr-o suprafață frezată (fig. 2.9.3.23) este adecvată îndeosebi eforturilor mari de răsucire, dar prezintă, față de execuția cu canal și cu zimțarea suprafeței, dezavantajul că comportă o operație suplimentară de frezare.

Pentru bolțurile filetate care ies în afară cu unul din capete și care trebuie încastrate prin presare ajunge în cele mai multe cazuri, pentru ancorare, o zimțare în cruce, care asigură în același timp atît împotriva smulgerii cît și împotriva răsucirii. Prin diametrul D mai mare al corpului, execuția reprezentată în fig. 2.9.3.25 prezintă, față de fig. 2.9.3.26, avan-

tajul că se poate prevedea o lățime de striere în cruce b mai mică, ceea ce duce și la o înălțime constructivă l mai redusă (față de b_1 și l_1 din fig. 2.9.3.26). Dacă ancorarea prin zimțare în cruce nu este suficientă, se poate trece la o zimțare dreaptă cu canal (fig. 2.9.3.27). Spre deosebire de fig. 2.9.3.24, aici canalul are formă triunghiulară. Această formă este avanta-

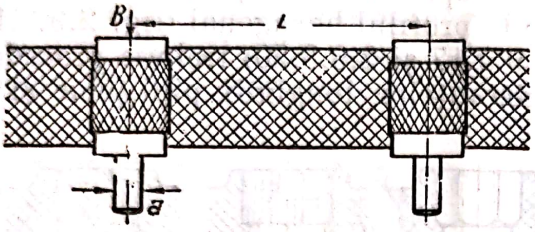


Fig. 2.9.3.22.
Forma dată pieselor strunjite care capătă găuri filetate după presare

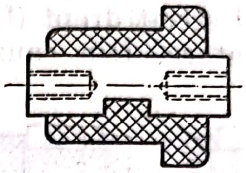


Fig. 2.9.3.23.

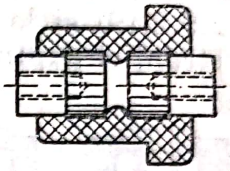


Fig. 2.9.3.24.
Ancorarea pieselor metalice ale clemelor electrice de trecere

joasă pentru curgerea masei presate, deoarece presiunea de formare este orientată în direcția axei. Dacă trebuie evitată slăbirea secțiunii prin canal, asigurarea împotriva smulgerii poate fi preluată de filet (fig. 2.9.3.28). Trebuie avut în vedere că primii pași din vecinătatea piesei se umplu la presare cu materialul presat. O ancorare îmbunătățită împotriva răsucirii

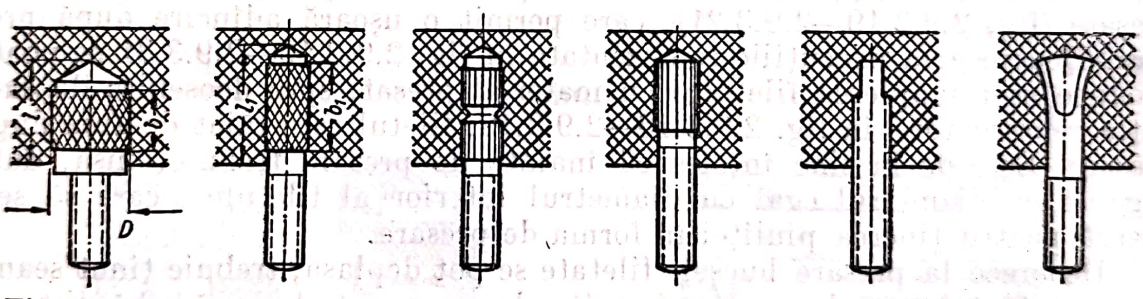


Fig. 2.9.3.25. Fig. 2.9.3.26. Fig. 2.9.3.27. Fig. 2.9.3.28. Fig. 2.9.3.29. Fig. 2.9.3.30.
Încastrarea prin presare a bolțurilor filetate cu unul din capete ieșit în afară

este reprezentată în fig. 2.9,3.29 și 2.9.3.30, unde asigurarea se realizează prin crearea unor suprafețe plane prin frezare sau ciocănire. În cazul din urmă nu mai este necesară o fixare prin filet.

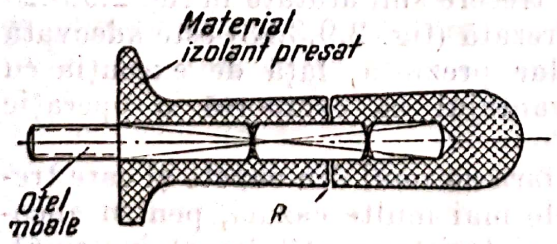


Fig. 2.9.3.31.
Fixarea cepului cu secțiune pătrată a unui mîner de comutator

Dacă la o lungime mai mare de încastrare prin presare, ca de exemplu la mînerul de comutator reprezentat în fig. 2.9.3.31, trebuie prevăzute împotriva smulgerii mai multe canale; distanța dintre canale nu trebuie aleasă prea mare, deoarece în caz contrar pot apărea crăpături în regiunea R la contracția materialului presat.

Încastrări prin presare a pieselor ştanţate. Dacă piesa presată se continuă pe ambele feţe ale unei şaibe din oţel (fig. 2.9.3.32), nu mai este necesară decît o ancorare împotriva răsucirii, de exemplu printr-o gaură profilată (fig. 2.9.3.33 şi 2.9.3.34) sau prin mai multe găuri mici dispuse pe un cerc (fig. 2.9.3.35). Dacă piesa presată are un diametru D_1 relativ mare faţă de diametrul d al găurii, amplasarea mai multor găuri este deosebit de avantajoasă.

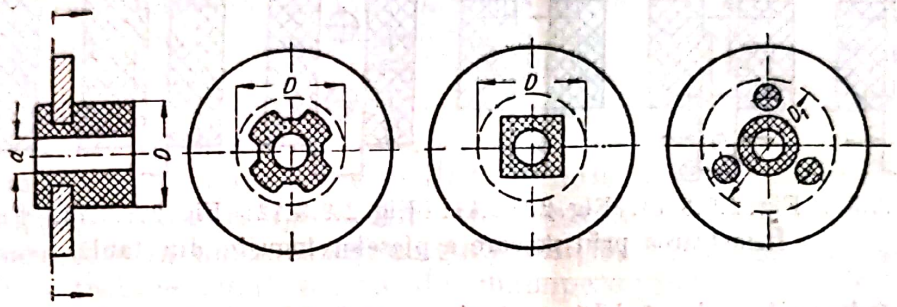


Fig. 2.9.3.32. Fig. 2.9.3.33. Fig. 2.9.3.34. Fig. 2.9.3.35.
Ancorarea şaibelor metalice încastrate prin presare

Dacă piesa din material presat este aşezată într-o parte (fig. 2.9.3.36) trebuie prevăzută, în afara ancorării împotriva răsucirii, şi o ancorare împotriva smulgerii. La execuţia reprezentată în fig. 2.9.3.37, gaura profilată serveşte ca asigurare împotriva răsucirii, iar asigurarea împotriva smulgerii este dată de adîncirea conică. Această soluţie va fi preferată mai ales atunci cînd se urmăreşte obţinerea unui diametru D relativ redus al bucşei. La un diametru D_1 mai mare al bucşei (fig. 2.9.3.38) se recomandă adoptarea mai multor găuri rotunde, iar ancorarea împotriva smulgerii se face prin teşituri.

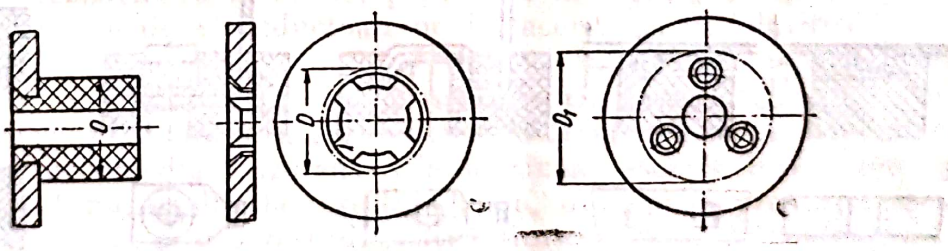


Fig. 2.9.3.36. Fig. 2.9.3.37. Fig. 2.9.3.38.
Fixarea şaibelor metalice încastrate prin presare pe una din feţe

Dacă există benzi din tablă complet îmbrăcate de materialul presat la locul de încastrare, poate fi prevăzută ca ancorare împotriva smulgerii o gaură rotundă (fig. 2.9.3.39), care nu trebuie să fie prea mică şi care trebuie debavurată, pentru a uşura pătrunderea materialului presat, dacă lăţimea b a tablei este suficientă. Din motive de rezistenţă, trebuie să existe pe ambele părţi o lăţime suficientă de material s. Soluţii mai avantajoase din punctul de vedere al secţiunii rezultă la decupări dreptunghiulare (fig. 2.9.3.40 şi 2.9.3.41), dintre care soluţia din fig. 2.9.3.41 prezintă, faţă de

cea din fig. 2.9.3.40, avantajul unui cost mai redus al matriței necesare. Dacă lățimea b a materialului presat se mărește (fig. 2.9.3.39), se pot amplasa la o lățime b_1 (fig. 2.9.3.42) mai multe găuri, respectiv decupări (fig. 2.9.3.42 și 2.9.3.43). La piesele din tablă în formă de colțar (fig. 2.9.3.44), ancorarea este deja dată prin forma piesei din tablă.

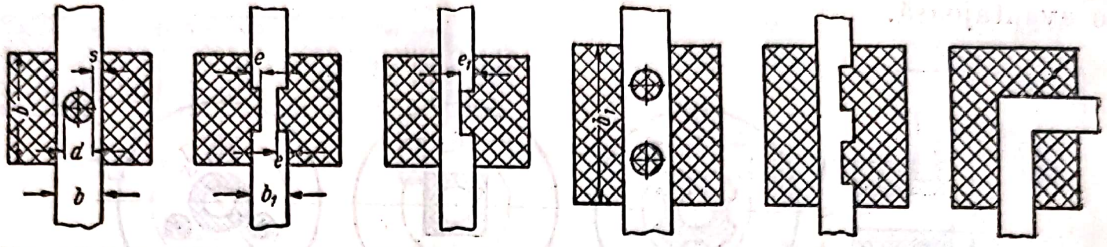


Fig. 2.9.3.39. Fig. 2.9.3.40. Fig. 2.9.3.41. Fig. 2.9.3.42. Fig. 2.9.3.43. Fig. 2.9.3.44.

Încastrarea prin presare a pieselor înguste din tablă

Dacă benzile din tablă trebuie astfel încastrate prin presare, încît materialul presat nu trebuie să iasă în afară pe una din părți, ancorarea poate fi realizată și prin îndoirea benzilor (fig. 2.9.3.45 sau 2.9.3.46). O execuție ca cea reprezentată în fig. 2.9.3.46 prezintă față de cea reprezentată în fig. 2.9.3.45, avantajul că adîncimea h_1 a îndoiturii este mai mică decît cea a îndoiturii în formă de U. Deoarece, după cum se știe, piesele ștanțate prin mai multe operații de îndoire au toleranțe mai mari, execuția reprezentată în fig. 2.9.3.47 se înlocuiește mai bine printr-un colțar din tablă, pe care este nituită o bucșă (fig. 2.9.3.48). Zimțarea bucșei ca asigurare împotriva răsucirii înlocuiește o îmbinare prin nituire costisitoare, asigurată împotriva răsucirii.

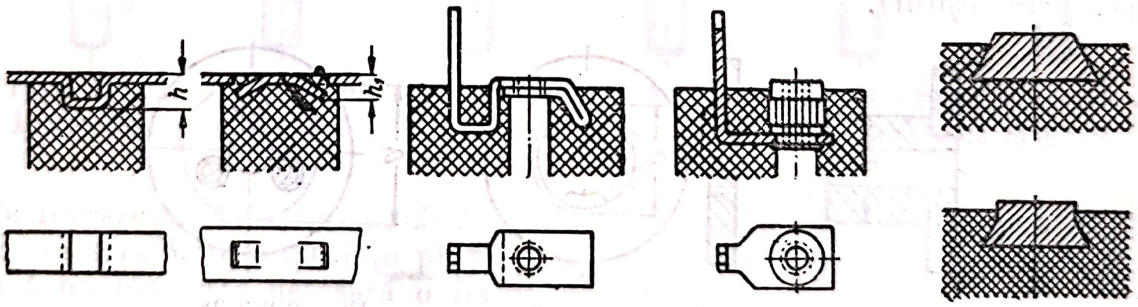


Fig. 2.9.3.45. Fig. 2.9.3.46. Fig. 2.9.3.47. Fig. 2.9.3.48. Fig. 2.9.3.49. Fig. 2.9.3.50.

Ancorări de piese metalice încastrate prin presare pe o singură față

Pentru a evita îndoirea costisitoare la piesele ștanțate reprezentate în fig. 2.9.3.45 sau 2.9.3.46, se poate folosi eventual un semifabricat profilat tras, conform fig. 2.9.3.49 și 2.9.3.50. Execuția arătată în fig. 2.9.3.49 prezintă dezavantajul că profilul ieșit în afară nu poate fi fixat decît cu greutate în forma de presare. Din această cauză trebuie preferat în general profilul arătat în fig. 2.9.3.50.

În fig. 2.9.3.51 se arată o placă metalică îmbrăcată în material presat, așa cum se obișnuiește la capacele de acoperire ale binoclurilor prismatice. În acest caz stratul de material izolant înlocuiește o vopsire care, datorită loviturilor și cojirilor, ar putea ușor deveni neaspectuoasă.

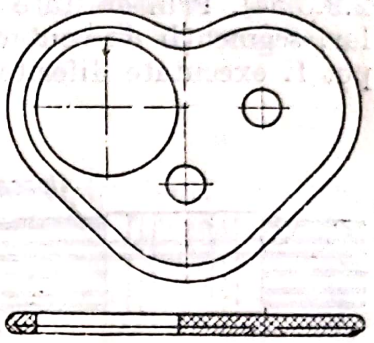


Fig. 2.9.3.51.
Placa metalică acoperită pe una din fețe cu un strat subțire de material presat

2.9.3.3. Încastrări indirecte prin presare

Îmbinarea indirectă a mai multor piese metalice prin încastrare prin presare într-o piesă separată de legătură din material presat este aplicată relativ rar. Această soluție se adoptă mai ales atunci cînd un număr mai mare de piese metalice trebuie îmbinate la distanțe mici una de alta și izolate reciproc. Aici, încastrarea prin presare este în unele cazuri singura soluție, la care însă trebuie ținut seama de manopera costisitoare a așezării pieselor în forma de presare.

Ancorarea pieselor individuale care trebuie încastrate se poate face după criterii asemănătoare cu cele expuse la încastrările directe prin presare.

Un exemplu pentru încastrarea prin presare a unor lame de contact este arătat în fig. 2.9.3.52. Acest mod de îmbinare presupune însă că după încastrare nu se cere o îndreptare a lamelor de contact. În caz contrar este preferabilă o îmbinare prin șuruburi, cu folosirea unor plăci intermediare și bucșe izolante. La încastrarea prin presare a lamelor, izolația este înlocuită prin materialul presat izolant, care, avînd în vedere spațiul restrins, trebuie să fie foarte plastic. În afară de aceasta, materialul trebuie să fie și destul de rezistent la încălzire, pentru ca întregul bloc să nu se deformeze la lipirea moale a conductoarelor de racord sau la folosirea în climat tropical.

La acest exemplu, avantajul încastrării prin presare constă în eliminarea bucșelor izolatoare și a șuruburilor de fixare. Încercări de înlocuire a straturilor intermediare izolante din pertinax, așezate între lame, prin material presat nu au dus la rezultate bune, din cauza greutății așezării în forma de presare și deoarece distanțele dintre lamele de contact nu pot fi respectate cu precizie suficientă. De aceea pachetul de lame este compus și îndreptat în afara formei și după aceea este așezat în formă.

Dacă trebuie încastrate prin presare nu număr mai mare de piese mici, execuția poate fi ieftinită în multe cazuri prin construirea pieselor respective astfel, încît la început să formeze un singur corp unitar care este așezat în forma de presare. Separația se face atunci de-abia după presare. Deoarece poziția reciprocă a pieselor încastrate este dată în acest caz direct de la execuția sub forma unui corp comun, se realizează în același timp o precizie de execuție considerabil mai mare decît la așezarea separată a pieselor în forma de presare. Exemple de acest fel sînt arătate în fig. 2.9.3.53 —2.9.3.57.

La execuţia unui comutator cu contacte de frecare (fig. 2.9.3.53), elementele de contact, inclusiv tablele pentru racordarea prin lipire a conductoarelor, sînt încastrate sub forma unei singure piese ştanţate (fig. 2.9.3.54). Prin crestare radială ulterioară cu ajutorul unui ferăstrău circular, segmenţii de contact individuali sînt apoi separaţi unul de altul. Astfel pot fi executate diferite tipuri de comutatoare, după variaţia numărului

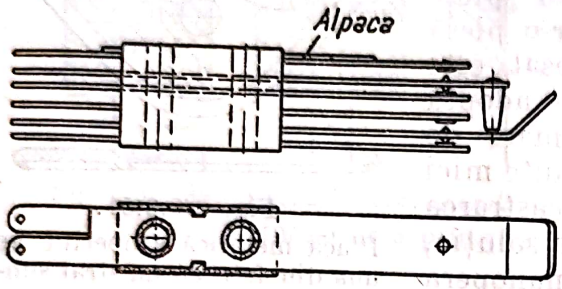


Fig. 2.9.3.52.
Pachet de lame de contact

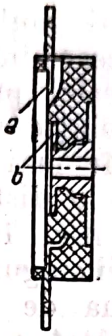


Fig. 2.9.3.53.

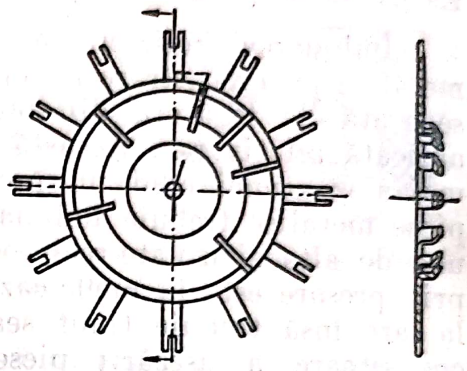


Fig. 2.9.3.54.

Elementele de contact ale unui comutator glisant care sînt încastrate prin presare sub forma unei piese ştanţate comune

şi poziţiei crestăturilor. Pentru a obţine suprafeţe netede de alunecare pentru periile comutatorului, segmenţii de contact realizaţi prin crestare sînt apoi strunjiţi în zona indicată cu *a* pe fig. 2.9.3.53. În acelaşi timp se poate strunji şi suprafaţa de contact *b* a bucşei.

O altă formă de execuţie a unui comutator cu contacte glisante este arătată în fig. 2.9.3.55. Aici piesele care trebuie încastrate se compun din-

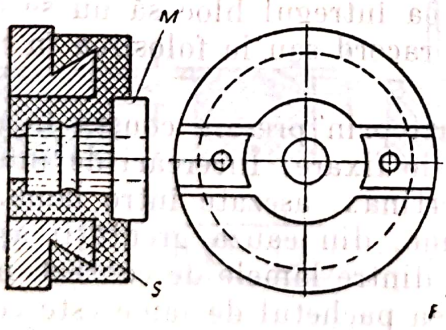


Fig. 2.9.3.55.
Elementele de contact ale unui comutator glisant, care sînt încastrate prin presare

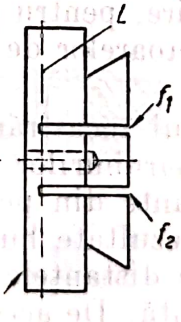


Fig. 2.9.3.56.

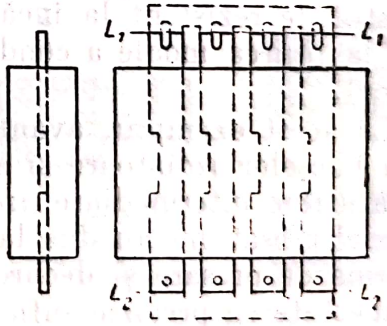


Fig. 2.9.3.57.
Table pentru lipirea racordurilor, care sînt încastrate sub forma unei piese ştanţate unice

tr-o bucşă metalică *M* şi patru segmenţi *S* izolaţi unul faţă de celălalt. Aceşti patru segmenţi sînt iniţial executaţi ca o singură piesă strunjită, prevăzută cu crestăturile frezate f_1 şi f_2, care nu ajung însă decît pînă la linia *L* (fig. 2.9.3.56). După încastrarea prin presare, suprafaţa *F* este strunjită pînă la această linie eliminîndu-se astfel legătura metalică dintre segmenţi.

Îmbinarea urechilor pentru lipirea racordurilor prin material presat izolant este arătată în fig. 2.9.3.57. Din motive de economie, în locul așezării individuale a tablelor în forma de presare, poate fi încastrată o singură tablă crestată comună, (în fig. 2.9.3.57). Prin îndepărtarea punților de legătură după încastrare se separă apoi una de alta urechile de racordare.

2.9.4. Încastrările prin turnare

Încastrările prin turnare de metale în forme de nisip (fontă cenușie, alamă turnată, cupru turnat, aluminiu turnat și altele) se folosesc relativ rar în mecanica fină, deoarece piesele din metal diferit care trebuie încastrate prin turnare se pot deplasa ușor în forma de nisip în timpul turnării. Domeniul de aplicare se va limita de aceea îndeosebi la acele cazuri care admit o toleranță mai mare pentru poziția pieselor care se încastrează astfel. Mai frecvente sînt încastrările prin turnare la turnarea sub presiune.

În tehnica vidului înaintat, îndeosebi la executarea tuburilor de raze X, se fixează adeseori adaosuri dintr-un metal cu un punct de topire foarte ridicat (wolfram) în corpuri turnate din metale cu o foarte bună conductibilitate termică (cupru) prin încastrare prin turnare, turnarea făcîndu-se de preferință sub vid.

În general piesele care se încastrează prin turnare trebuie să capete asemenea forme, încît să fie asigurată o bună îmbinare (ancorare), datorită formei lor.

2.9.4.1. Încastrări prin turnare, în metale turnate în forme de nisip

Cu ajutorul cîtorva exemple, se vor arăta diferite sisteme de ancorare pentru încastrarea prin turnare, în metale turnate în forme de nisip. În fig. 2.9.4.1 se reprezintă un buton din alamă cu un cep filetat din oțel moale. Încastrarea prin turnare prezintă, față de execuția dintr-o singură bucată, avantajul unei rezistențe mai ridicate la locul de trecere dintre cepul filetat și buton. Pentru ancorare ajunge o crestătură în tijă, care asigură în același timp atît asigurarea prin formă pe direcție axială cît și pe direcție radială. Ancorarea mai este mărită și prin topirea superficială a celor două materiale pe suprafețele de îmbinare.

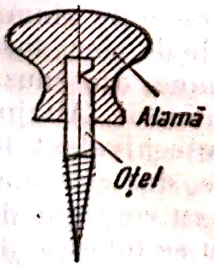


Fig. 2.9.4.1.
Buton cu bolț filetat pentru lemn

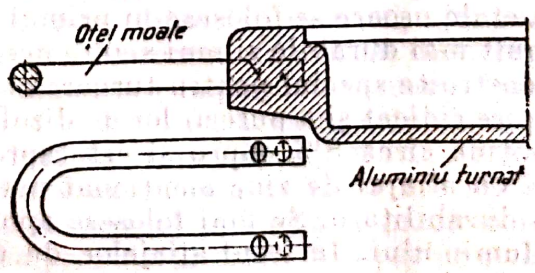


Fig. 2.9.4.2.
Carcasă de receptor telefonic cu ochi de agățare

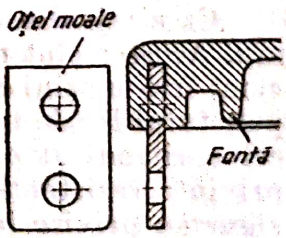


Fig. 2.9.4.3.
Capac turnat cu tablă de închidere

În fig. 2.9.4.2 se arată o carcasă de receptor telefonic turnată din aluminiu, cu un ochi de agăţare din oţel moale. Execuţia prin turnare dintr-o singură bucată ar fi imposibilă, ţinînd seama de solicitarea importantă în timpul folosirii. Şi în acest caz s-au prevăzut crestături cu dalta pentru ancorare. Este necesar însă un număr mai mare de crestături (cîte două pe fiecare cap al ochiului), deoarece la aluminiul turnat nu se obţine o asigurare prin material datorită topirii superficiale. În fig. 2.9.4.3 se arată o tablă din oţel moale încastrată prin turnare într-un capac din fontă al unei carcase etanşe la apă. Aici ajunge pentru ancorare o gaură rotundă, deoarece fonta îmbracă astfel tabla de închidere, încît nu mai este necesară decît o asigurare împotriva smulgerii.

2.9.4.2. Încastrări prin turnare la turnarea sub presiune

Prin turnare sub presiune se înţelege turnarea în forme permanente din oţel (cochilii), prin introducerea unui aliaj lichid la presiune ridicată. În formă, materialul turnat se solidifică aproape instantaneu şi se obţin astfel piese curate şi foarte precise, care trebuie numai debavurate pentru a putea fi folosite. Aliajele pentru turnarea sub presiune trebuie în primul rînd să nu crape la solidificarea şi contractarea pe miezurile care nu cedează. Se folosesc mai ales trei tipuri de aliaje:

— aliaje din grupa metalelor albe (compoziţie, metal antifricţiune);
— aliaje din grupa zincului;
— aliaje din grupa metalelor uşoare.

Turnarea sub presiune a început cu aliajele de metale albe, deoarece sînt uşor fuzibile şi puţin sensibile în ceea ce priveşte compoziţia. În afară de aceasta, ele nu atacă formele. Ca dezavantaje sînt duritatea foarte redusă şi greutatea specifică ridicată, care se poate ridica de la 7,5 la aliajele bogate în cositor, pînă peste 10 la cele care conţin mult plumb.

Considerabil mai dure şi mai rezistente sînt aliajele de zinc, dintre care cele cu adaosuri de cupru şi cositor pot fi folosite cu bune rezultate. Aliajele de zinc cu adaosuri mai mari de aluminiu au o rezistenţă ridicată, însă sînt puţin durabile şi în atmosferă se acoperă cu un oxid cenuşiu-închis. Aliajele de zinc au puncte de topire considerabil mai ridicate decît metalele albe şi atacă mai puternic forma de turnare, datorită capacităţii de a dizolva fierul. Mai trebuie avut în vedere că la contactul cu umezeala sub formă de picături, ele se păstrează greu, se oxidează şi chiar se fărîmiţează.

Ca aliaje din metale uşoare se folosesc în primul rînd aliajele de aluminiu. Acestea sînt mult mai durabile şi mai sigure decît aliajele de zinc, însă comportă maşini construite special pentru turnarea sub presiune, din cauza punctului lor de topire ridicat şi a puterii lor de dizolvare a fierului. Aliajul cel mai indicat conţine circa 8% cupru şi este aproximativ echivalent în privinţa rezistenţei cu aliajul de zinc menţionat mai înainte, dar este mai sigur cu privire la durabilitate. Se mai folosesc apoi aliaje cu conţinut de siliciu, de tipul Silumin-ului. În locul aliajelor de aluminiu se folosesc de obicei aliaje de magneziu, datorită greutăţii lor specifice reduse. Datorită costului ridicat al formelor de turnare, turnarea sub presiune a metalelor uşoare este rentabilă numai atunci cînd sînt necesare serii corespunzător de

Scanned with OKEN Scanner

mari și dacă prin ele se înlocuiesc piese într-adevăr complicate sau greu de executat pe alte căi.

La turnarea sub presiune se obișnuiește încastrarea prin turnare a pieselor metalice (din oțel, bronz, alamă etc.), atunci cînd în anumite puncte ale piesei turnate sub presiune rezistența nu este suficientă, ca de exemplu la găurile filetate, cepurile filetate, lagărele mult solicitate etc. În afară de aceasta la piesele turnate sub presiune din metale ușoare se poate elimina greutatea executării lipiturilor, prin așezarea, în piesa turnată sub presiune,

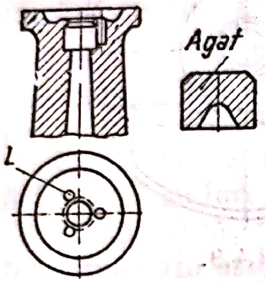


Fig. 2.9.4.4.
Piatră de lagăr în suport de lagăr

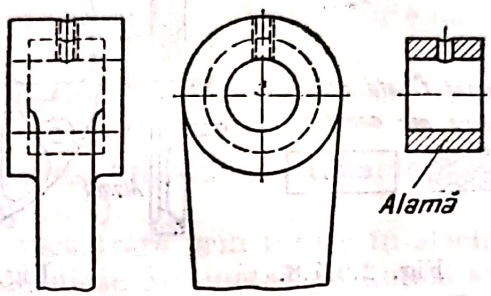


Fig. 2.9.4.5.
Inel de întărire în manivelă

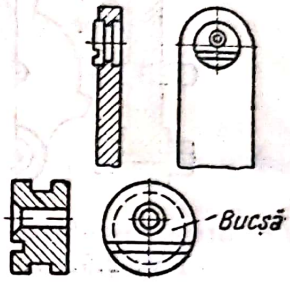


Fig. 2.9.4.6.
Bucșă excentrică în suport de lagăr

a pieselor din material care se poate lipi cu ușurință (cupru, alamă și altele), cu piesele care trebuie astfel îmbinate. Încastrarea se face prin așezarea pieselor respective, cu un ancoraj corespunzător în forma de turnare sub presiune, înainte de fiecare turnare. Deoarece forma din oțel are locașuri prelucrate precis, rezultă toleranțe reduse cu privire la poziția pieselor care se încastrează astfel.

Sisteme de ancorare. Fluiditatea relativ mare a metalului turnat sub presiune permite folosirea unor ancorări fine, deoarece sînt umplute chiar denivelările mici, ca strierile drepte sau în cruce cu pas mic. În rest, însă, sînt valabile aceleași criterii cu privire la ancorare ca pentru încastrările prin presare (cap. 2.9.3). Uneori este suficientă numai asigurarea prin forță care se realizează la contracție, așa încît o asigurare separată prin formă devine inutilă. Exemplele următoare arată unele cazuri uzuale de ancorare.

La piatra de lagăr încastrată în lagărul cu piatră (fig. 2.9.4.4) și la inelul de fixare a unei manivele (fig. 2.9.4.5) s-a realizat direct o asigurare împotriva smulgerii. Ca asigurare împotriva răsucirii ajunge asigurarea prin forță dată de contracția piesei turnate. În afară de aceasta, la manivelă se obține o asigurare suplimentară împotriva răsucirii, prin șurubul de fixare. La încastrarea pietrei (fig. 2.9.4.4), aceasta este ținută în forma de turnare prin trei știfturi care lasă în urma lor în piesa turnată sub presiune găurile marcate prin *L*. La bucșa excentrică de lagăr arătată în fig. 2.9.4.6, posibilitatea răsucirii este favorizată intenționat printr-o suprafață lustruită și unsă, pentru a se putea proceda ulterior la o reglare, chiar dificilă, a găurii lagărului.

La cepul unui comutator cu pîrghie (fig. 2.9.4.7) încastrat la turnarea sub presiune, ancorarea este dată de o striere și un canal. În fig. 2.9.4.8

se arată o roată dințată turnată sub presiune cu o bucșă de lagăr încastrată prin turnare din alamă, bronz etc. Bucșa poate fi striată în cruce sau prevăzută cu o suprafață plană frezată. La bucșa de lagăr a unei plăci de bază executată din aluminiu prin turnarea sub presiune pentru un selector cu numere (fig. 2.9.4.9), s-a folosit zimțarea dreaptă și un canal.

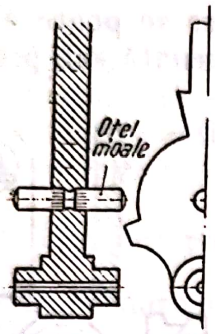


Fig. 2.9.4.7.
Cep dublu într-o pîrghie de contact

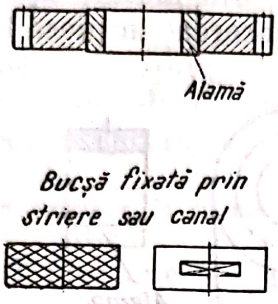


Fig. 2.9.4.8.
Bucșă de rotire într-o roată dințată

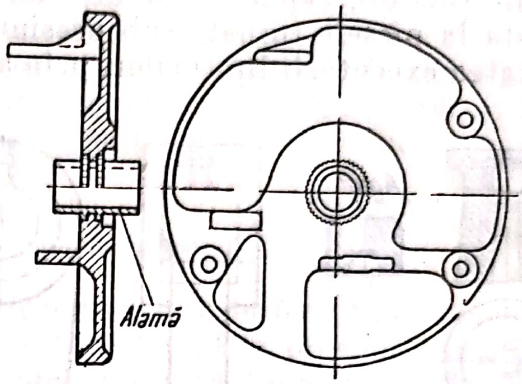


Fig. 2.9.4.9.
Bucșă de lagăr într-o placă de bază

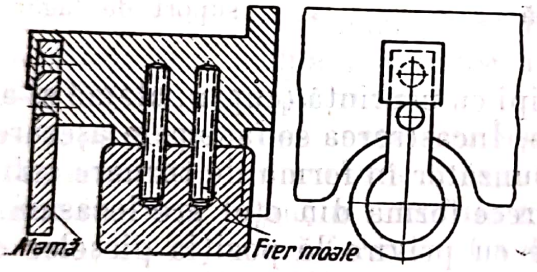


Fig. 2.9.4.10.
Piese metalice încastrate la un contor cu bobină rotativă.

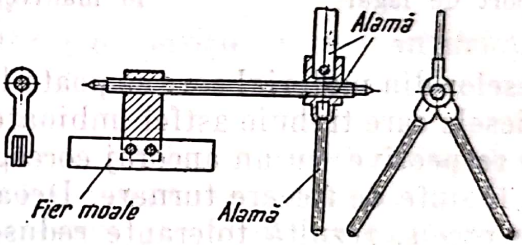


Fig. 2.9.4.11.
Piese metalice încastrate la un contor cu miez rotativ

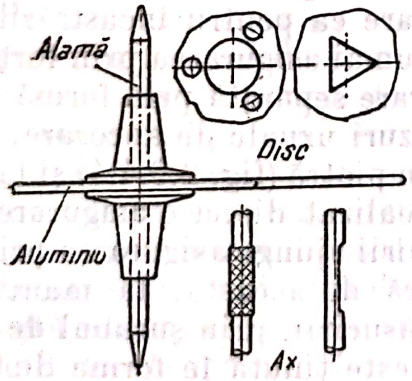


Fig. 2.9.4.12.
Discuri de măsurat cu arbore la un contor electric

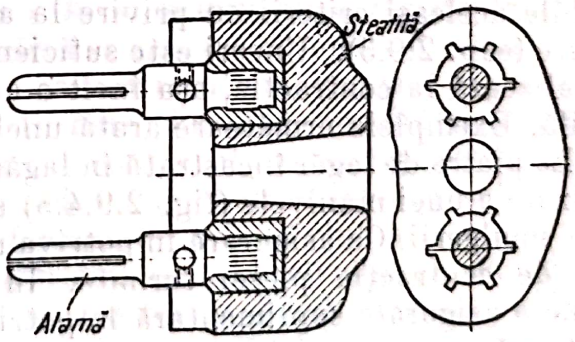


Fig. 2.9.4.13.
Piesă din material ceramic cu știfturile de contact la o fișă electrică

În fig. 2.9.4.10 și 2.9.4.11 sînt arătate piese încastrate prin turnare la aparate electrice de măsurat. La contorul cu bobină rotativă (fig. 2.9.4.10) a fost necesară folosirea unor știfturi filetate, pentru a ține fixat miezul din

fier moale. În exemplul din fig. 2.9.4.11 (elementul de măsurare mobil al unui contor electric cu miez rotativ) se arată cum se pot îmbina prin turnare sub presiune diferite piese metalice cu arborele dispozitivului de măsurare.

În fig. 2.9.4.12 se arată îmbinarea discului rotativ al unui contor electric cu arborele, prin încastrare la turnarea sub presiune. Arborele este aplatisat prin frezare sau striat în cruce la locul de încastrare, iar discul este prevăzut, fie cu mai multe găuri, fie cu o gaură în colțuri. În fig. 2.9.4.13 se reprezintă o fișă, ale cărei știfturi de contact sînt fixate prin încastrare în metal topit. Pentru ancorare, știfturile sînt striate, în timp ce găurile corespunzătoare din corpul de steatită sînt prevăzute cu canale.

2.9.5. Încastrări prin topire în masa sticloasă

Îmbinările a două piese din sticlă se consideră ca făcînd parte din îmbinările prin sudare (cap. 2.2).

Dimpotrivă, prin încastrare prin topire în sticlă se înțelege îmbinarea unor piese din sticlă cu piese din metal, ceramică sau alte materiale.

Încastrări în sticlă se fac mai ales la becurile incandescente, la tuburile de redresare, de raze X, de amplificare sau de generatoare, pentru trecerea etanșată față de gaze a conductoarelor de curent, sau la fixarea suporturilor pentru filament și pentru îmbinarea izolată a locului de contact al soclului, precum și la aparatele medicale și chimice.

La o sudare de sticlă, una din piesele din sticlă este încălzită peste o anumită temperatură de transformare și fiind astfel adusă într-o stare vîscoasă, ea se sudează cu o altă piesă din sticlă încălzită identic, formînd astfel o îmbinare cu asigurare prin material. La temperatura de transformare sticla trece din starea casantă într-o stare moale, corespunzătoare unei viscozități de 10^{13} Poise. Sticla aderă însă în această stare și pe alte piese corespunzător încălzite, care la temperatura respectivă sînt încă solide, de exemplu la piese metalice și la piese din materiale ceramice, dacă, eventual folosind presiunea, se asigură un contact puternic între suprafețele de îmbinare. La îmbinarea sticlei cu metale (încastrări în sticlă), trebuie avut în vedere ca stratul subțire de oxid care se formează pe suprafața metalului să se dizolve superficial în sticlă la o temperatură corespunzător aleasă, așa încît să se formeze un strat intermediar de sticlă, foarte aderent.

În afară de metale se pot încastra prin topire în sticlă și anumite materiale ceramice adecvate. Din cauza importanței lor, se vor trata în cele ce urmează numai încastrările prin topire ale pieselor din metale în piese din sticlă.

2.9.5.1. Materiale

La încastrare trebuie ținut seama că, din cauza fragilității sticlei, îmbinări durabile și îndeosebi etanșe față de gaze sînt posibile numai dacă materialele care trebuie îmbinate au aproape același coeficient de dilatare termică, deoarece în caz contrar se produc în sticlă, la răcire, tensiuni care pot duce la formarea de crăpături. Dacă la încastrarea sîrmelor metalice într-un

perete din sticlă, cum este cazul la sîrmele de racord ale lămpilor incandescente sau la tuburile electronice, se alege o sîrmă dintr-un metal care se dilată mai puternic decît sticla, aceasta s-ar contracta la răcire mai puțin decît metalul, așa încît în sticlă ar lua naștere tensiuni de tracțiune care ar duce la neetanșeități. De aceea, este în general mai eficace să se aleagă un metal cu un coeficient de dilatare ceva mai redus, deoarece în acest caz apar în sticlă la răcire tensiuni de compresiune, pe care sticla le suportă mult mai bine. Situația este inversă, atunci cînd metalul îmbracă sticla. În acest caz este admisibilă o diferență cu atît mai mare între coeficienții de dilatare, cu cît există mai mult posibilitatea ca metalul să cedeze elastic la variații de temperatură. O grijă deosebită trebuie dată alegerii materialelor în ceea ce privește locurile încărcate cu curent, în măsura în care curentul poate duce la o ridicare considerabilă a temperaturii. În acest caz trebuie luată în seamă rezistivitatea și conductibilitatea termică, deoarece, făcînd abstracție de secțiunea sîrmei, valoarea creșterii de temperatură care apare la o anumită încărcare cu curent depinde și de acești factori.

Drept sîrme încastrate prin topire se foloseau înainte mai ales cele din platină, al cărei coeficient de dilatare corespunde foarte bine cu cel al sticlelor obișnuite. Din cauza prețului ridicat se folosesc însă în prezent alte metale, combinate cu diferite calități de sticlă, alese pentru a corespunde acestora. Astfel se folosesc în unele cazuri sîrme rotunde sau știfturi rotunde din wolfram sau molibden. Cuprul prezintă avantajul că sticla aderă deosebit de bine la locul de topire, deoarece oxidul cupros care se formează se topește foarte bine în sticlă. Din cauza coeficientului de dilatare foarte ridicat față de sticlă, însă, cuprul nu este indicat pentru sîrme de trecere. Foarte recomandabilă la o prelucrare corespunzătoare este însă sîrma cu manta din cupru (cu miezul dintr-un aliaj de fier cu nichel), precum și anumite aliaje de nichel cu fier și crom cu fier.

2.9.5.2. Clasificarea încastrărilor prin topire în masa sticloasă

Pentru a realiza o încastrare prin topire care să fie etanșă, piesa metalică este în general adusă în contact intim cu sticla care o înconjoară inițial relativ liber, printr-o strivire a acesteia, așa încît să fie înconjurată din toate părțile de sticlă (*încastrări cu strivire*). Încastrările prin topire fără strivire se pot executa numai dacă piesa metalică este înconjurată, prin topire, de o masă de sticlă, care este apoi introdusă într-o deschidere corespunzătoare a corpului de sticlă și topită împreună cu acesta (încastrări prin topire cu curgere).

2.9.5.3. Încastrări prin topire cu strivire

La încastrările prin topire cu strivire, piesele metalice, în general de forma unor sîrme sau bare, sînt înconjurate pe o lungime mai mare de către sticlă, avînd de a face de obicei în asemenea situații cu sîrme pentru treceri de curent.

Încastrarea etanșă împotriva gazelor a sîrmelor de trecere pentru lămpile incandescente, pentru tuburile electronice etc. se face de obicei prin

Scanned with OKEN Scanner

introducerea sîrmelor în „piciorușul" la început deschis, avînd forma tubulară (fig. 2.9.5.1), după care acesta, o dată înmuiată sticla prin încălzire, este turtit (fig. 2.9.5.2). Prin aceasta pereții din sticlă se topesc și îmbracă sîrmele de trecere (strivirea tubului). În fig. 2.9.5.3 este arătată secțiunea locului de încastrare. Uneori însă sîrmele sînt ținute și prin strivirea flanșelor (fig. 2.9.5.5), unde flanșele aparțin la două piese, a căror formă la locul de topire este tubulară, iar diferitele sîrme sînt introduse radial. Această soluție, așa numitul picioruș cu inel de strivire, este adecvată atunci

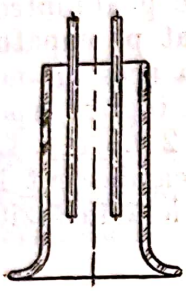


Fig. 2.9.5.1.

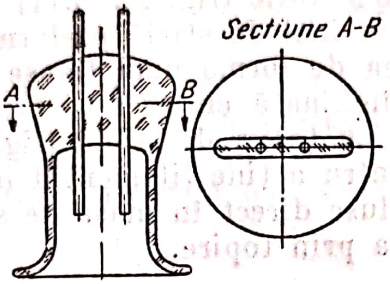


Fig. 2.9.5.2. Fig. 2.9.5.3.

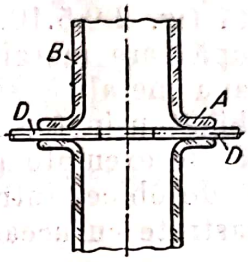


Fig. 2.9.5.4.

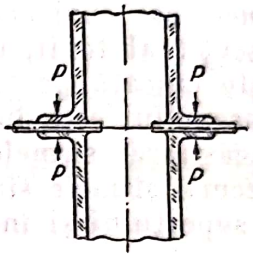


Fig. 2.9.5.5.

Încastrări cu strivire în piese din sticlă

cînd sîrmele nu trebuie să fie dispuse paralel (evitarea capacității la frecvențe înalte). În fig. 2.9.5.4 se arată cele două sîrme D înainte de încastrare prin topirea flanșelor A ale tuburilor din sticlă B. După înmuierea flanșei din sticlă se realizează încastrarea prin topire prin strivirea în direcția săgeților P (fig. 2.9.5.5).

2.9.5.4. Încastrările prin topire cu curgere

Încastrările prin topire cu curgere se folosesc dacă forma piesei din sticlă nu permite o strivire ca la încastrările cu strivire. Piesa din țeavă sau sîrmă înconjurată cu masă de sticlă va fi introdusă într-o piesă din sticlă pregătită corespunzător și împreunată cu aceasta prin topire.

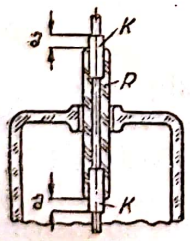


Fig. 2.9.5.6.

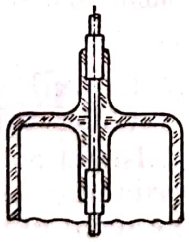


Fig. 2.9.5.7.

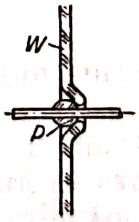


Fig. 2.9.5.8.

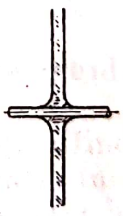


Fig. 2.9.5.9.

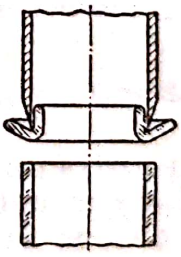


Fig. 2.9.5.10.

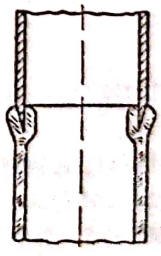


Fig. 2.9.5.11.

Încastrări prin topire cu curgere în piese din sticlă

În fig. 2.9.5.6 și 2.9.5.7 se arată o încastrare cu înfășurare. Sîrma încălzită este întîi înfășurată cu sticlă pe o anumită lungime, sîrma fiind anterior îmbrăcată într-o foiță K de cupru la capetele sale, foița ieșind cu mărimea a în afara îmbrăcămintei de sticlă R (fig. 2.9.5.6). Sîrma astfel pregătită

este apoi introdusă de exemplu în fundul unui tub de sticlă şi topită împreună cu aceasta, aşa încît se realizează secţiunea arătată în fig. 2.9.5.7. Foiţa de cupru trebuie să împiedice crăparea sticlei la capetele înfăşurării din sticlă. În fig. 2.9.5.8 şi 2.9.5.9 este arătată o încastrare prin topire cu perlă. Sîrmele sînt întîi înconjurate de o perlă *P* din sticlă (fig. 2.9.5.8), care este apoi introdusă într-o gaură executată dinainte într-un perete *W* de sticlă. La topire, perla din sticlă şi peretele din sticlă fuzionează astfel împreună, încît se realizează secţiunea arătată în fig. 2.9.5.9.

La încastrarea capătului unui tub metalic (fig. 2.9.5.11) se poate introduce, aşa cum arată fig. 2.9.5.10, un inel de sticlă preformat pe capătul ascuţit al ţevii, după care marginea de forma unei flanşe a acestui inel este culcată pe ţeava metalică şi îmbinată cu aceasta prin topire. Apoi ansamblul este îmbinat prin topire cu ţeava de sticlă (fig. 2.9.5.11). La încastrarea sîrmelor, de exemplu pentru a ţine filamentul incandescent la becuri, sîrmele sînt de obicei introduse direct în masa de sticlă încălzită a suportului şi încastrate cu aceasta prin topire.

Scanned with OKEN Scanner

3. GHIDAJE

Ghidajele sînt elemente de îmbinare mobile (elemente de asamblare) ale pieselor învecinate de la aparatele și mașinile de mecanică fină. Una din piesele componente este în așa fel ținută de cealaltă, încît este posibilă o mișcare în direcția dorită (calea de ghidare) sub influența forțelor care acționează.

3.1. CLASIFICAREA GHIDAJELOR

Ghidajele cu cale de ghidare rectilinie (ghidajele de translație) se compun în forma lor cea mai simplă dintr-o prismă plină, care este amplasată cu posibilitate de deplasare în interiorul unei prisme goale de formă corespunzătoare. Suprafețele de ghidare pot fi plane (ghidaje de translație cu

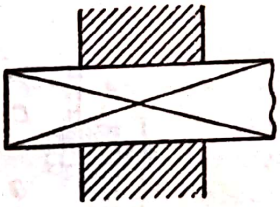


Fig. 3.1.1.
Ghidaj de translație cu suprafețe plane

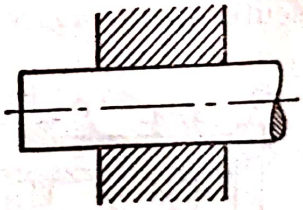


Fig. 3.1.2.
Ghidaj de translație cu suprafețe cilindrice

suprafețe plane, fig. 3.1.1) sau curbate (ghidaje de translație cu suprafețe cilindrice, fig. 3.1.2).

La ghidajele de translație cu suprafețe cilindrice există și posibilitatea ca cilindrul cu secțiune circulară să execute, în afara mișcării axiale, și o mișcare de rotație în jurul axei sale. Dacă acest lucru nu este dorit, trebuie prevăzută o asigurare separată împotriva rotirii.

Se mai deosebesc de asemenea ghidaje de translație închise (glisiere) și deschise. La ghidajele de translație închise, suprafețele de ghidare sînt astfel realizate, încît între cele două elemente de construcție există o asigurare prin formă, în măsura în care o mișcare este posibilă numai pe calea rectilinie prescrisă, adică paralel cu axa prismei (fig. 3.1.1 și 3.1.2). La ghidajele de translație deschise, asigurarea prin formă trebuie înlocuită în parte printr-o asigurare prin forță.

Scanned with OKEN Scanner

Ghidajele de translație cu frecare de alunecare sînt denumite ghidaje de translație cu alunecare sau articulații de translație. În măsura în care se cere o mobilitate mai mare a elementelor componente, una din piese poate fi prevăzută cu roți în lagăre sau alte organe asemănătoare, care servesc drept reazem pentru cealaltă piesă componentă (ghidaje de translație cu roți) sau se alege o frecare de rostogolire cu folosirea unor role sau bile libere (ghidaje de translație cu rostogolire).

Pentru ca un anumit punct al unui element de construcție să fie ghidat pe o dreaptă cu o precizie mai mare sau mai mică, se folosesc uneori ghidaje

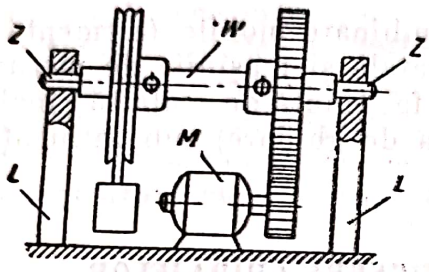


Fig. 3.1.3.
Arbore cu fusuri de capăt

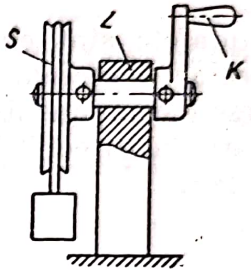


Fig. 3.1.4.
Arbore cu fus intermediar

rectilinii prin lanțuri cinematice, dacă un ghidaj de translație cu rostogolire ar produce prea multă frecare, ca de exemplu la aparatele de măsurat electrice înregistratoare. Ghidajele rectilinii prin lanțuri cinematice nu vor fi tratate aici, deoarece în ceea ce privește construcția ele se compun din elemente cunoscute de la lagăre.

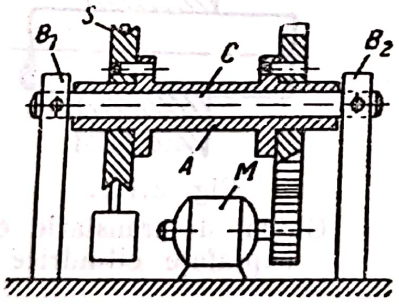


Fig. 3.1.5.
Fus fixat la ambele capete

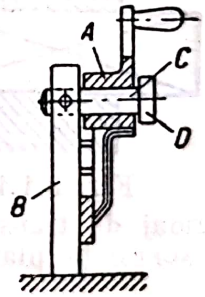


Fig. 3.1.6.
Fus fixat la unul din capete

În afara ghidajelor de translație, lagărele (fig. 3.1.3—3.1.6) sînt mult folosite în mecanica fină drept ghidaje.

Există construcții de lagăre avînd lagărele fixe (fig. 3.1.3 și 3.1.4), precum și altele avînd fusul fix (fig. 3.1.5 și 3.1.6).

La construcțiile cu lagăre fixe la ambele capete (fig. 3.1.3), piesa *W* rezemată în lagăre este denumită arbore și ea se rotește cu cele două fusuri *Z* ale ei în lagărele *L*.

Un arbore servește pentru transmiterea mișcărilor, deci și a energiilor, arborele fiind antrenat de motorul *M* (fig. 3.1.3).

Calculul arborilor. Deoarece momentele de rotire care se transmit în construcțiile de mecanică fină sînt relativ mici și în general nu pot fi deter-

minate valoric cu suficientă precizie, nu se tratează aici calcularea arborilor. În cele mai multe cazuri forma constructivă și dimensionarea secțiunii arborelui sînt determinate de alte criterii, îndeosebi de cerințele execuției și asamblării cu piesele care trebuie îmbinate cu arborele.

Arborii scurți pot fi fixați în lagăre într-un singur punct (construcții cu un lagăr fix) (fig. 3.1.4). În acest caz, arborele servește direct ca fus (fus intermediar), iar manivela K pentru acționare (fig. 3.1.4) transmite mișcarea prin fusul Z la șaiba S, fixată de cealaltă parte a lagărului.

Construcții de lagăre cu fusul fixat la un capăt sînt recomandate la aparatele și mașinile de mecanică fină, mai ales atunci cînd lungimea fusului nu este prea mare, iar forțele care acționează perpendicular pe axă și care încarcă fusul au punctul de aplicare în limitele suprafeței lagărului.

Dacă de exemplu subansamblul A (pîrghia cu lamelele de arc ale unui comutator electric) trebuie să se poată roti în imediata vecinătate a suportului B (fig. 3.1.6), acest subansamblu poate fi rezemat pe un fus C, care este fixat cu unul din capete în suport și poartă la celălalt capăt un umăr D sau altă formă asemănătoare, pentru a asigura subansamblul A împotriva deplasării axiale.

Fusurile mai lungi se fixează de obicei la ambele capete (fig. 3.1.5). Aici se arată de exemplu cazul cînd puterea unui motor M trebuie transmisă la o șaibă S. În acest scop, roata și șaiba sînt asamblate împreună printr-un arbore A, gol la interior, care se poate roti în jurul unui fus fix C și care servește pentru transmiterea mișcării. Fusul C este fixat la ambele sale capete în suporturile B_1 și B_2. Asigurarea împotriva deplasării axiale a arborelui A este dată de cele două suporturi B_1 și B_2.

Dacă elementele componente ale unui lagăr sînt astfel construite și așezate, încît la rotire apare o frecare de alunecare, lagărul este de alunecare. Pentru a micșora frecarea în lagăr, frecarea de alunecare poate fi înlocuită prin frecare de rostogolire, așezîndu-se între suprafețele în mișcare role sau bile (lagăre cu rulmenți).

Mai există ghidaje cu șurub (articulații cu șurub), la care una din piese execută pe lîngă o rotire și o mișcare rectilinie în direcția axei de rotire (fig. 3.1.7). Deoarece ghidajele prin șurub apar în general numai la angrenaje cu șurub (cap. 8.5), ele nu vor fi tratate aici.

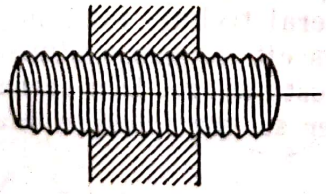


Fig. 3.1.7.
Ghidaj cu șurub

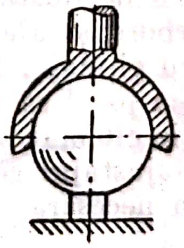


Fig. 3.1.8.
Ghidaj sferic (cu bilă)

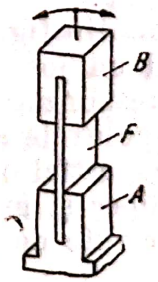


Fig. 3.1.9.
Ghidaj cu arc

Ghidajele sferice (articulații sferice) (fig. 3.1.8) se folosesc mai ales la blocajele cu strîngere (cap. 4.2.2), unde vor fi tratate.

În înţelesul mai larg al cuvîntului pot fi desemnate ca ghidaje şi „articulaţiile cu arc"; acestea sînt construcţii, la care elementele componente sînt legate între ele prin arcuri (fig. 3.1.9). Piesa A este fixă, iar piesa B poate executa o mişcare oscilatorie datorită deformării elastice a arcului F.

3.2. AJUSTAJE

Pentru a garanta o anumită precizie a poziţiei reciproce la mişcarea pieselor care alunecă una faţă de cealaltă, suprafeţele de ghidare ale acestor piese trebuie să fie astfel dimensionate, încît jocul să nu depăşească o anumită valoare, determinată de condiţiile date în fiecare caz în parte. Condiţiile impuse preciziei ghidajului sînt însă foarte diferite. Dacă de exemplu pentru un buton simplu de comandă (fig. 3.6.14), sau pentru un mîner de manivelă (fig. 3.4.52 şi 3.2.53), este cu totul admisibil un joc de 0,5 mm, în schimb ghidajul de translaţie sau un lagăr al unui aparat de măsurat de precizie sau al unei maşini de măsurat de precizie trebuie să fie executate cu un joc foarte mic.

Procedeul practicat înainte foarte mult la ghidajele de translaţie şi la lagăre, de a păsui elementele componente unul cu celălalt, ar trebui aplicat cel mult la fabricaţia individuală de unicate sau în cazul dimensiunilor foarte mici, mai ales atunci cînd se cere în acelaşi timp un joc foarte mic. În general însă, elementele de construcţie trebuie executate cu calibre limitative, după principiul interschimbabilităţii. De la caz la caz se stabileşte ce ajustaj trebuie ales, în funcţie de precizia cerută. Pentru a realiza costuri de fabricaţie cît mai reduse, se vor alege toleranţe cît mai largi. Bineînţeles nu poate fi vorba decît despre asemenea ajustaje cu joc, la care jocul este în toate situaţiile destul de mare, pentru a asigura un mers uşor şi în unele cazuri posibilitatea aplicării unui lubrifiant.

În fig. 3.2.1 se arată unele ajustaje cu joc folosite în mod curent în mecanica fină. În partea superioară a figurii sînt redate abaterile superioare şi inferioare (A_o şi A_u) ale arborilor şi alezajelor în microni, precum şi dimensiunile nominale N corespunzătoare. Partea inferioară a fig. 3.2.1 arată valorile pentru jocul minim şi maxim în microni pentru ajustajele de alunecare şi ajustajele libere. Jocul maxim şi jocul minim sînt însemnate prin S_g şi S_k.

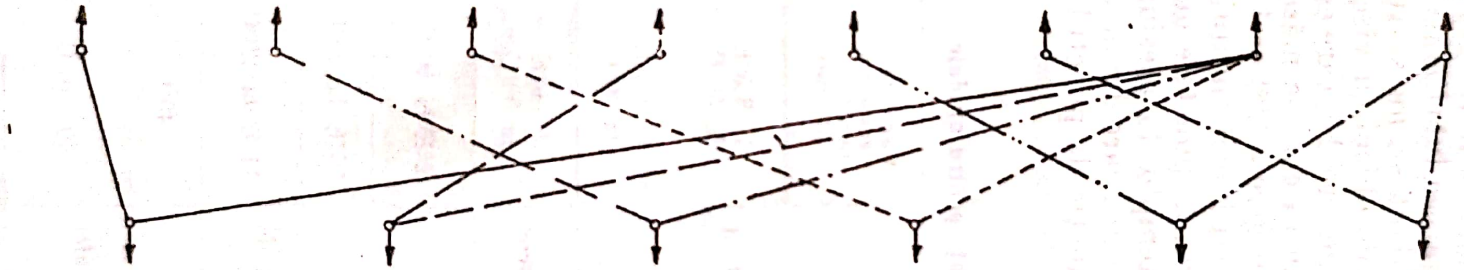
Se vede din fig. 3.2.1 că la ajustajele de alunecare nu există în cazul limită nici un joc între arbore şi alezaj, aşa încît acest „ajustaj cu joc" nu este corespunzător pentru ghidaje. În general trebuie avut în vedere la alegerea tipului de ajustaj ca jocul să fie ales cît de mare admisibil, pentru a obţine astfel o execuţie cît mai puţin costisitoare. Din această cauză, ajustajul liber şi mai ales ajustajul semiliber se vor folosi numai atunci, cînd sînt cerute de precizia necesară.

3.3. LUBRIFIANŢI

Cu ajutorul lubrifiantului, frecarea uscată dintre suprafeţele care alunecă una faţă de cealaltă este înlocuită printr-o frecare lichidă. Vîscozitatea lubrifiantului trebuie să fie atît de mare, încît frecarea lichidă să fie men-

Scanned with OKEN Scanner

Domeniul dimensiunilor nominale N, mm	Arbori												Ajustaje			
	h 6 μ		g 6 μ		f 7 μ		h 8 μ		h 9 μ		h 11 μ		H 7 μ		D 11 μ	
	A_o	A_u	A_o	A_u	A_o	A_u	A_o	A_u	A_o	A_u	A_o	A_u	A_o	A_u	A_o	A_u
1,6— 3	0	— 7	— 3	— 10	— 7	— 16	0	— 14	0	— 25	0	— 60	+ 9	0	+ 80	+ 20
3 — 6	0	— 8	— 4	— 12	— 10	— 22	0	— 18	0	— 30	0	— 75	+ 12	0	+105	+ 30
6 —10	0	— 9	— 5	— 14	— 13	— 28	0	— 22	0	— 36	0	— 90	+ 15	0	+130	+ 40
10 —18	0	— 11	— 6	— 17	— 16	— 34	0	— 27	0	— 43	0	—110	+ 18	0	+160	+ 50
18 —30	0	— 13	— 7	— 20	— 20	— 41	0	— 33	0	— 52	0	—130	+ 21	0	+195	+ 65



Domeniul dimensiunilor nominale N, mm	Ajustaj de alunecare H 7/h 6 μ		Ajustaj de alunecare pentru material tras H 7/h 8 μ		Ajustaj semiliber H 7/g 6 μ		Ajustaj liber H 7/f 7 μ		Ajustaj larg D 11/h 9 μ		Ajustaj foarte larg D 11/h 11 μ	
	S_k	S_g	S_k	S_g	S_k	S_g	S_k	S_g	S_k	S_g	S_k	S_g
1,6— 3	0	+ 16	0	+ 25	+ 3	+ 19	+ 7	+ 25	+ 20	+105	+ 20	+140
3 — 6	0	+ 20	0	+ 30	+ 4	+ 24	+ 10	+ 34	+ 30	+135	+ 30	+180
6 —10	0	+ 24	0	+ 37	+ 5	+ 29	+ 13	+ 43	+ 40	+166	+ 40	+220
10 —18	0	+ 29	0	+ 45	+ 6	+ 35	+ 16	+ 52	+ 50	+203	+ 50	+270
18 —30	0	+ 34	0	+ 51	+ 7	+ 41	+ 20	+ 62	+ 65	+247	+ 65	+325

A_o = Abatere superioară, A_u — Abatere inferioară; S_k = Jocul minim; S_g = Jocul maxim; μ = 0,001 mm.

Fig. 3.2.1

Scanned with OKEN Scanner

ţinută în timpul ghidării. Pentru ca frecarea lichidă să fie cît mai redusă, se vor folosi pe cît posibil uleiuri fluide. Fluiditatea este însă limitată de presiunea specifică pe suprafaţă existentă în fiecare caz în parte. O presiune specifică mare pe suprafaţă cere de aceea lubrifianţi corespunzător de vîscoşi, pentru ca filmul subţire de lubrifiant să nu se rupă.

Viscozitatea este determinată de obicei cu viscozimetrul Engler. Drept unitate de măsură serveşte gradul Engler (°E), care este raportul dintre durata de scurgere a 200 cm³ din lubrifiantul care se măsoară, la temperaturile de 20°, 50° sau 100°C, şi durata de scurgere a 200 cm³ de apă distilată la 20°C.

O dată cu creşterea temperaturii lubrifiantului creşte în general şi fluiditatea acestuia. Din această cauză, în punctele de ghidare cu temperatură ridicată, cum se întîlnesc de exemplu la presiuni specifice mai ridicate pe suprafaţă, se folosesc de aceea unsori care devin fluide de abia la temperaturi mari. Unsorile se aleg în funcţie de punctul de picurare. Punctul de

Tabela 3.3.1

Lubrifianţi pentru ghidaje

Felul lubrifiantului	Denumirea	Viscozitatea, respectiv punctul de picurare	Întrebuinţări
Ulei mineral	Ulei pentru maşini, fluid	3—3,5°E la 50°C	Presiune specifică mică, turaţii mari
	Ulei pentru maşini, semifluid	4—4,5°E la 50°C	Presiune specifică mijlocie, turaţii mijlocii
	Ulei pentru maşini, vîscos	5—6°E la 50°C	Presiunea specifică mare, turaţii mici
	Ulei pentru fusuri	2°E la 50°C	Presiune specifică foarte mică, turaţii foarte mici
Amestec de ulei mineral cu ulei de copite	Ulei pentru ceasornice	16°E la 20°C	Mecanisme mobile cu adînciri pentru ulei la lagăre (fig. 3.4.3 şi 3.4.4)
	Ulei pentru ceasornice de buzunar	11°E la 20°C	
Unsori minerale	Vaselină	45°C	Rulmenţi
	Vaselină subţiată cu ulei de vaselină	30—40°C	Lagăre de alunecare cu perniţă de ungere (fig. 3.4.5 şi 3.4.6)
Amestec de ulei mineral cu săpun de calciu	Unsoare consistentă	80°C	Lagăre de alunecare cu ungere automată cu unsoare

picurare este temperatura la care cade din recipientul de sticlă prima picătură a materialului în curs de topire.

În tabela 3.3.1 sînt concentraţi lubrifianţii cei mai frecvent folosiţi în mecanica fină. Uleiurile pure de copite şi de oase se oxidează formînd acizi şi devin cu timpul răşinoase, însă se menţin bine la locul de ungere, fără a se scurge, probabil deoarece suprafaţa devine răşinoasă la marginile locului de ungere. Uleiurile minerale se pot obţine la diferite grade de viscozitate. Ele nu se oxidează (deci nu se formează acizi) şi devin mai puţin fluide numai datorită prăfuirii; totuşi ele se întind şi cu timpul se retrag de la locul de ungere. Amestecurile din ulei de copite şi ulei foarte fluid de parafină prezintă în mai mică măsură dezavantajele celor două uleiuri; în afară de aceasta, viscozitatea lor este mai puţin dependentă de temperatură.

3.4. LAGĂRE DE ALUNECARE

În mecanica fină, lagărele de alunecare au o importanţă mult mai mare decît lagărele de rostogolire (cu rulmenţi). Ele sînt executate de obicei cu suprafeţe cilindrice. Pentru anumite scopuri se folosesc însă şi lagăre cu suprafeţe conice sau sferice şi chiar lagăre pentru fusuri cu vîrf, folosite curent la aparatele electrice de măsurat. Şi lagărele pentru cuţite pot fi considerate tot ca lagăre de alunecare.

3.4.1. Dimensionarea elementelor de construcţie

Calculul de rezistenţă, de uzură sau de încălzire în timpul funcţionării nu au decît o importanţă secundară pentru dimensiunile elementelor de construcţie ale unui lagăr de alunecare, în comparaţie cu consideraţiile de execuţie sau siguranţa împotriva deteriorării în timpul transportului şi altele. Numai dacă în mod excepţional este necesar să se reducă, la lagărele de alunecare, suprafaţa de reazem în aşa măsură, încît, cu toată sarcina redusă, presiunea specifică sau solicitarea la încovoiere a fusului devin relativ mari, trebuie luate în considerare rezistenţa şi uzură în care caz se pot aplica procedeele uzuale de calcul respective. Calculul este îngreuiat de obicei, deoarece forţele maxime care acţionează asupra lagărului nu pot fi determinate cu precizie, nici ca mărime, nici ca direcţie. Din acelaşi motiv, cele mai multe construcţii de lagăre sînt concepute astfel, încît să poată prelua atît solicitări radiale cît şi axiale, din care cauză se pot deosebi numai rareori construcţii cu lagăre radiale sau cu lagăre axiale, de exemplu crapodine.

3.4.2. Dispozitive de ungere

Deoarece presiunea specifică pe lagăr este în general relativ mică, se poate renunţa în multe cazuri la un dispozitiv de ungere, dacă nu apar mişcări continue şi dacă viteza este relativ mică. Totuşi, pentru elementele de construcţie care freacă unul pe altul nu trebuie alese aceleaşi materiale, pe cît posibil, deoarece în caz contrar se poate produce cu uşurinţă o uzură

Scanned with OKEN Scanner

pe suprafeţele în frecare. Deosebit de frecvent, oţelul lucrează pe alamă, bronz sau fontă cenuşie, iar alte mecanisme, cum ar fi cele de ceasornic, chiar şi pe piatră. La aparatele de măsurat mai fine, folosirea unui lubrifiant este în multe cazuri inadmisibilă, deoarece prin îngroşarea uleiului frecarea s-ar mări peste limitele admisibile.

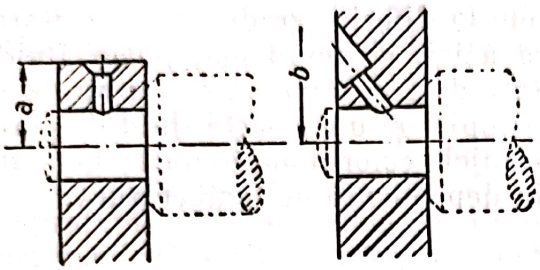
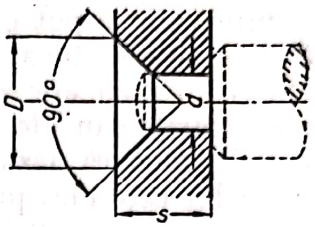
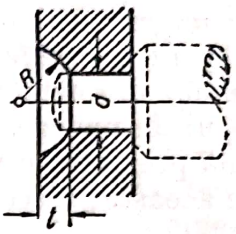


Fig. 3.4.1. Fig. 3.4.2.
Găuri de ungere



Forma conului d>5mm
$D = 0{,}8(s+d)$



Forma sferei
$t = \frac{R}{3}; R = d$

Fig. 3.4.3. Fig. 3.4.4.
Adînciri pentru ungere

Pentru a conduce lubrifiantul la locul de ungere şi pentru a avea în lagăr o oarecare rezervă, corpul lagărului este prevăzut de obicei cu o simplă gaură transversală (fig. 3.4.1).

Cînd lagărul trece printr-un perete continuu, gaura de ungere trebuie executată înclinat (fig. 3.4.2). În general este însă preferabilă executarea unei

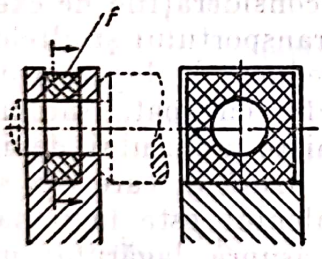


Fig. 3.4.5.
Lagăre cu ungere prin inel de pîslă

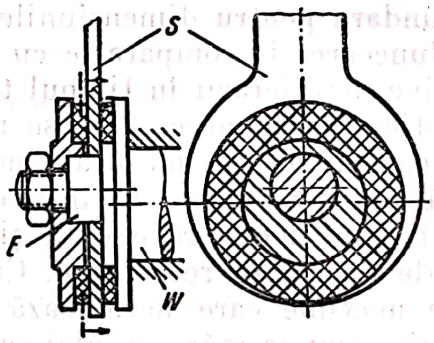


Fig. 3.4.6.

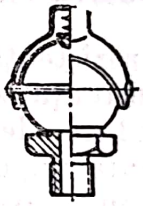


Fig. 3.4.7.
Ungător cu coif

Fig. 3.4.8.
Ungător cu bilă

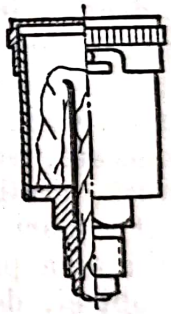


Fig. 3.4.9.
Ungător cu fitil

degajări laterale prin frezare, pentru a evita găurirea înclinată. La dimensiuni mai mici ale fusului, găurile de ungere se execută ca cele reprezentate în fig. 3.4.3 sau 3.4.4, uleiul fiind reţinut prin efectul capilarităţii. Capătul fusului trebuie să intre puţin în degajare, pentru a se realiza o mai bună reţinere a uleiului şi pentru a evita o uzare neuniformă a lagărului datorită jocului axial. Umărul care se reazemă pe lagăr va căpăta o teşitură, pentru a micşora suprafaţa de aşezare şi pentru a reţine mai bine uleiul.

La suprafeţe mai mari de lagăre se introduc inele de pîslă, perniţe de fitil etc. care sînt îmbibate cu ulei, pentru a se obţine înmagazinarea

unei cantităţi suficiente de ulei. Exemple de acest fel sînt arătate în fig. 3.4.5 şi 3.4.6. La ungerea fusului arătată în fig. 3.4.5, inelul de pîslă este asigurat împotriva rotirii prin forma sa care intră în degajarea din lagăr. În fig. 3.4.6 se arată rezemarea unei biele plate S pe excentricul E, fixat pe un arbore W, şi inelele din pîslă amplasate de o parte şi de alta, asigurînd în special ungerea suprafeţelor laterale. Alegerea ungerii cu inele de pîslă este condiţionată de protejarea lagărelor împotriva pătrunderii prafului. Dacă această condiţie nu este realizată, trebuie să se prevadă pentru lubrifiant recipienţi închişi etanş. În fig. 3.4.7 se arată un ungător cu coif. Pentru unele scopuri sînt de preferat dispozitive care asigură închiderea automată a găurii de ungere, de exemplu ungătoarele cu bilă (fig. 3.4.8). Deosebit de economice în ce priveşte consumul de ulei sînt ungătoarele cu fitil (fig. 3.4.9). Pentru unsori consistente se folosesc ungătoare cu pîlnie; la acestea lubrifiantul este trimis spre lagăr fie cu mîna, fie automat prin presiunea unui arc. Lagărele mai lungi trebuie prevăzute cu canale de ungere, pentru a asigura o mai bună repartizare a lubrifiantului.

3.4.3. Rezemări pe lagăre cilindrice

Cele mai importante sînt rezemările bilaterale pe lagărele de alunecare cilindrice fixe (fig. 3.1.3). Totuşi se întîlnesc şi rezemări corespunzătoare celor reprezentate în fig. 3.1.4. De o deosebită importanţă sînt şi rezemările pe lagăre de alunecare cu fus fix, fixat pe o singură parte (fig. 3.1.6) sau pe ambele părţi (fig. 3.1.5).

3.4.3.1. Rezemări pe două lagăre fixe

Rezemarea la ambele capete ale unui arbore cu fusuri speciale de lagăr (fig. 3.1.3) prezintă avantajul că diametrele fusurilor pot fi alese mai mici decît diametrul arborelui, reducîndu-se astfel momentul necesar pentru a învinge frecarea. Dacă însă o frecare mai mare nu este dăunătoare, se pot folosi şi arbori netezi, din cauza execuţiei mai ieftine (fig. 3.4.19 — 3.4.21).

La execuţia cu fusuri, asigurarea împotriva deplasării axiale este dată în general prin suprafeţele de reazem rămase după strunjire (fig. 3.4.10). Dacă

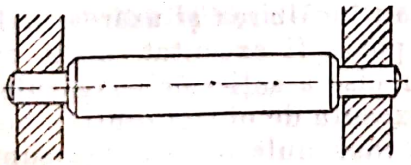


Fig. 3.4.10.
Lagăre pentru fusuri cu asigurare axială prin suprafeţe de reazem

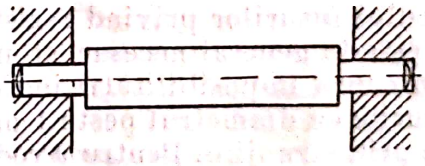


Fig. 3.4.11.
Lagăre pentru fusuri cu asigurare prin lagăre axiale

însă frecarea, în măsura în care provine de la forţe axiale, trebuie micşorată şi mai mult, se adoptă unul sau două lagăre axiale, după cum presiunea axială acţionează totdeauna într-o singură direcţie sau îşi poate schimba direcţia (fig. 3.4.11). Cea mai mică frecare în direcţie axială se realizează

dacă capătul fusului este bombat. Fusuri cu capătul strunjit plan se folosesc numai în mod excepţional, dacă frecarea fusului trebuie să fie pe cît posibil la fel de mare în poziţia verticală a axei ca şi în cea orizontală, cum se întîmplă la mecanismele de ceasornic de precizie etc.

La amplasarea fixă a suprafeţelor de reazem (fig. 3.4.10 şi 3.4.11), trebuie prevăzut un joc axial destul de mare, pentru a ţine seama de nepre-

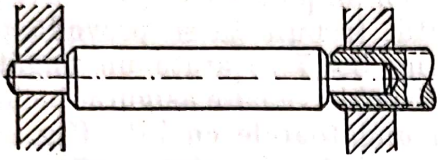


Fig. 3.4.12.
Lagăre pentru fusuri cu reglarea jocului axial

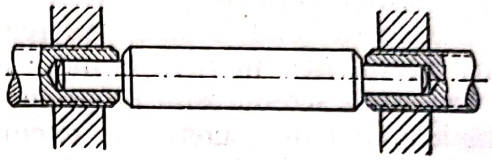


Fig. 3.4.13.
Lagăre pentru fusuri cu reglarea poziţiei axiale a arborelui

ciziile inevitabile la execuţie. Dacă jocul axial trebuie redus, cel puţin unul din lagăre trebuie să aibă posibilitatea de reglaj (fig. 3.4.12). Dacă ambele

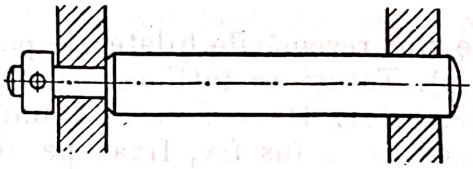


Fig. 3.4.14.
Lagăr cu fus strunjit numai la unul din capete

lagăre sînt concepute ca reglabile (fig. 3.4.13), se poate realiza şi deplasarea axială a întregului arbore.

În fig. 3.4.14 se arată o construcţie în care numai la unul din capete există un fus strunjit.

3.4.3.1.1. *Formele fusurilor*

Calculul fusurilor privind rezistenţa sau încălzirea şi uzarea în funcţionare nu este în general necesar şi nici nu poate fi executat decît cu greutate, din cauza imposibilităţii indicării precise a solicitării lagărului.

Fusurile cu diametrul peste 1 mm se execută de obicei dintr-o bucată cu arborele prin strunjire. Pentru a reduce cît mai mult frecarea la suprafeţele de aşezare, acestea se micşorează de obicei printr-o teşire (fig. 3.4.15). Concomitent se obţine astfel, în unele cazuri, ca lubrifiantul să se menţină mai bine la locul de ungere. Fusurile cu diametrul sub 1 mm trebuie să aibă de obicei o formă de trompetă, care este practicată mai ales în fabricaţia ceasornicelor, pentru a obţine o mai mare durabilitate (fig. 3.4.17). În multe cazuri diametrul fusului este redus din nou, după mărirea în formă de trompetă, pentru a evita ca uleiul să se întindă de-a lungul arborelui (fig. 3.4.18). O construcţie mai simplă, care s-a verificat mai ales în con-

structia aparatelor electrice de măsurat pentru fusuri cu diametrul de 0,15 pînă la 0,5 mm este arătată în fig. 3.4.16. Aici fusul introdus este executat din oțel rotund tras la precizie și este presat în arborele executat din alamă sau aluminiu și găurit corespunzător.

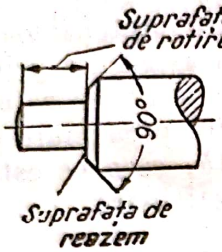


Fig. 3.4.15. Fus strunjit

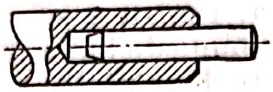


Fig. 3.4.16. Fus introdus prin presare

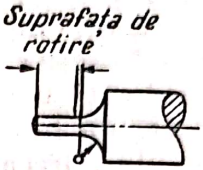


Fig. 3.4.17. Fusuri strunjite în formă de trompetă

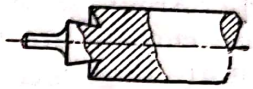


Fig. 3.4.18.

La rezemări bilaterale cu arbore neted, suprafețele de reazem destinate asigurării împotriva deplasării axiale se pot amplasa fie amîndouă la unul din punctele de reazem (fig. 3.4.19), fie se pot repartiza la ambele puncte de reazem (fig. 3.4.20 și 3.4.21). Prima construcție prezintă avantajul că abaterile distanței dintre punctele de reazem nu pot avea nici o influență defavorabilă.

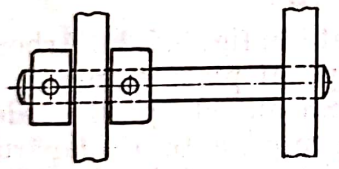


Fig. 3.4.19.

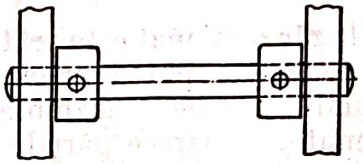


Fig. 3.4.20.

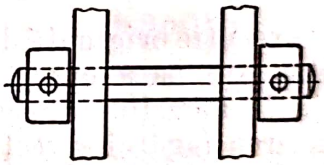


Fig. 3.4.21.

Rezemări la ambele capete cu arbore neted

La arborii lungi trebuie luată în considerație uneori dilatarea termică. În acest caz este de asemenea de preferat construcția din fig. 3.4.19. În fig. 3.4.19—3.4.21 sînt reprezentate inele de distanțare, care pot fi înlocuite și prin alte mijloace ajutătoare sau piese care să se poată fixa pe arbore și care trebuie concepute în mod corespunzător.

3.4.3.1.2. *Formele lagărelor*

În mecanica fină nu sînt necesare decît rareori lagăre secționate, deoarece prin conceperea unei forme corespunzătoare a elementelor constructive se poate realiza ca, la asamblare, arborele să fie introdus pe la unul din capete în lagărul închis, în măsura în care nu se preferă o soluție potrivit careia cel puțin unul din lagăre sau unul din suporturile de lagăr să fie demontabil. În unele cazuri, însă, secționarea lagărelor este preferabilă, atunci cînd arborele împreună cu piesele fixate pe el trebuie să poată fi înlocuit cu ușurință sau atunci cînd prin această soluție se realizează o simplificare importantă a montajului.

Cînd este necesară o secționare, din motive de execuție lagărul nu se secționează în general la mijloc, ci astfel încît, partea superioară să nu se compună decît dintr-o placă de închidere plană, așa cum se vede la construcția de lagăr reprezentată în fig. 3.4.22.

La construcția de lagăr a unei role de hîrtie arătată în fig. 3.4.23, partea superioară se compune doar dintr-un arc lamelar, care fiind pretensionat apasă pe fus și împiedică ieșirea fusului din lagăr, printr-o asigurare prin forță. Arcul poate fi ridicat cu ușurință, pentru a se putea schimba rola. Piesa curbată are funcția de limitator, împiedicînd o îndoire prea mare a arcului. Prin forța arcului, frecarea este bineînțeles mărită, ceea ce este chiar de dorit în acest caz, pentru a obține un ușor efect de frînare.

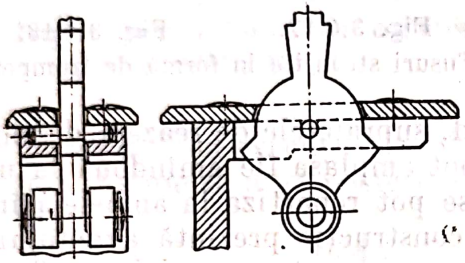


Fig. 3.4.22.

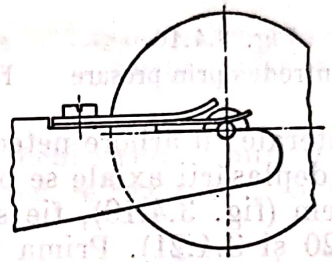


Fig. 3.4.23.

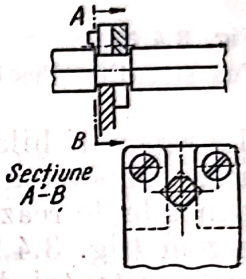


Fig. 3.4.24.

Lagăre secționate

O execuție originală de lagăr secționat este arătată în fig. 3.4.24. Arborele executat din bară pătrată pentru a putea primi pe el piese ștanțate este strunjit la locurile de rezemare, așa încît asamblarea nu este posibilă decît la folosirea lagărelor secționate. Deoarece părțile componente ale lagărului se compun din tablă relativ subțire, părțile superioare sînt decalate axial față de suporturile care formează partea inferioară a lagărelor și sînt fixate de acestea prin șuruburi orientate axial.

3.4.3.1.3. *Lagăre deschise*

Lagărele deschise pot fi folosite atunci cînd presiunea pe lagăr lucrează permanent într-o anumită direcție. Trebuie însă prevăzute siguranțe speciale, deoarece, mai ales la transportare sau în condiții deosebite de funcționare, este necesar să se împiedice deplasarea sau căderea fusurilor în afara lagărelor. La construcția de lagăr arătată în fig. 3.4.23 s-a prevăzut în acest scop, cum s-a mai menționat, o asigurare prin forță cu ajutorul unui arc lamelar. În locul acestuia se poate însă folosi și o asigurare prin formă, cu ajutorul unor limitatoare fixe sau demontabile.

Și la lunetele instrumentelor pentru ridicări topografice sau similare, fusurile pentru înclinarea lunetei în jurul unei axe orizontale se reazemă în lagăre deschise, în care sînt ținute în general prin greutatea lor proprie.

Două exemple de asemenea construcții de lagăre sînt arătate în fig. 3.4.25 și 3.4.26. Pentru lagăre sînt prevăzute posibilități de ajustare, pentru a putea regla precis poziția axului de rotire după asamblare. În acest scop, corpul este secționat printr-o tăietură orizontală (fig. 3.4.25). Partea supe-

rioară a corpului care formează lagărul poate fi ridicată prin strîngerea şurubului de presiune, care lucrează de jos în sus, respectiv poate fi coborîtă prin slăbirea acestui şurub, după ce a fost slăbit în prealabil şurubul de tracţiune înşurubat de sus în jos. După aceea se strînge şurubul de tracţiune şi astfel se asigură menţinerea poziţiei reglate.

La construcţia din fig. 3.4.26, corpul lagărului este secţionat pe verticală, jumătăţile care arcuiesc putînd fi strînse elastic printr-un şurub de tracţiune Z, astfel că fusul este ridicat datorită formei de pană a suprafeţelor de

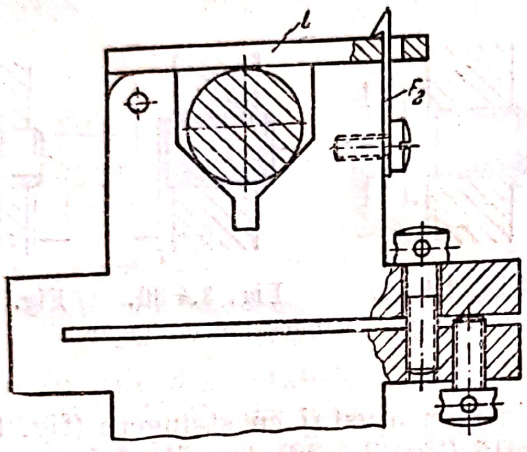


Fig. 3.4.25.

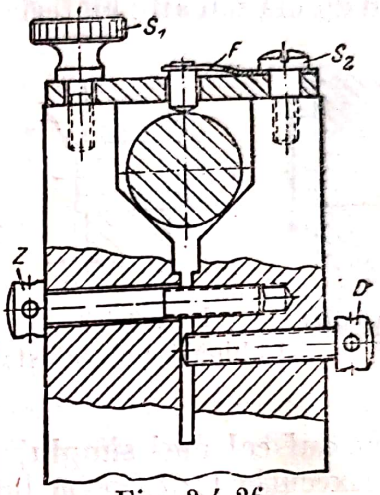


Fig. 3.4.26.

Lagăre deschise cu suprafeţe de lagăr în formă de pană pentru lunete

reazem. Prin strîngerea şurubului de presiune D, fusul este coborît. Fusul este asigurat împotriva căderii în afară printr-un capac, care se poate roti în jurul şurubului S_2 şi care este fixat prin şurubul S_1. S-a prevăzut şi un arc F, care exercită o uşoară presiune pe fus. La execuţia din fig. 3.4.25 s-a prevăzut numai un capac basculant L, ţinut printr-un arc F_2, care lucrează ca zăvor.

3.4.3.1.4. *Lagăre închise*

Dacă se folosesc lagăre închise, ajunge o simplă găurire a suportului de lagăr. Dacă suportul de lagăr este executat dintr-un material care nu se pretează în mod obişnuit pentru construcţii de lagăre, de exemplu material izolant, sînt necesari cuzineţi speciali. Aceştia sînt necesari şi atunci cînd lungimea axială a găurii de lagăr nu ar fi suficientă, deoarece corpul lagărului este executat din tablă relativ subţire; totuşi, în asemenea cazuri se poate realiza o lungime axială suficientă a lagărului, prin răsfrîngerea marginii găurii.

La tablă de alamă şi un diametru al fusului de 2 mm este posibil să se obţină, după pregăurirea la un diametru mic şi cu folosirea unei scule adecvate:

- o înălţime a mărginii de 2 mm la tablă de 0,5 mm;
- o înălţime a marginii de 2,5 mm la tablă de 1,0 mm;
- o înălţime a marginii de 3,5 mm la tablă de 1,5 mm;

Scanned with OKEN Scanner

Trebuie însă avut în vedere că marginea, după răsfrîngere, nu este totdeauna netedă.

Bucşele de lagăr introduse separat pot fi fixate în cele mai variate sisteme. La o fixare demontabilă, există avantajul că cuzinetul poate fi uşor înlocuit după uzare.

Dacă bucşa trebuie să fie nedemontabilă, se poate de exemplu lipi o ţeavă cu pereţi subţiri, servind drept lagăr, într-un perete din tablă, procedeu care se practică în mod obişnuit mai ales la piese ştanţate. Bucşele de lagăr din alamă sau alte materiale asemănătoare pot fi fixate în suporturi din

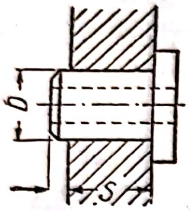


Fig. 3.4.27.

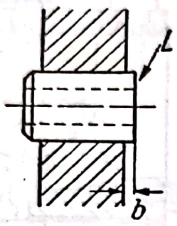


Fig. 3.4.28.

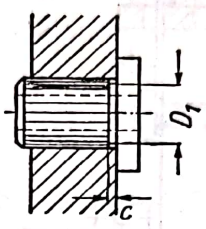


Fig. 3.4.29.

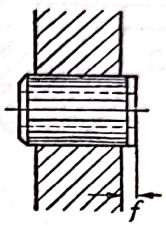


Fig. 3.4.30.

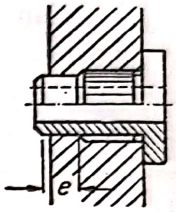


Fig. 3.4.31.

Îmbinări prin ajustaj cu strîngere a bucşelor de lagăr

oţel în modul cel mai simplu, printr-un ajustaj cu strîngere (fig. 3.4.27—3.4.31). Execuţia fără flanşă laterală (fig. 3.4.28) permite folosirea barelor trase. În asemenea cazuri, între suprafaţa L a lagărului şi perete trebuie să existe o anumită distanţă b. În orice caz, folosirea unei bucşe cilindrice cu pereţi netezi (fig. 3.4.28) impune ca să nu acţioneze o forţă axială prea mare asupra lagărului. La materiale izolante şi metale uşoare este mai avantajoasă folosirea bucşelor zimţate (fig. 3.4.29—3.4.31). La execuţia reprezentată în fig. 3.4. 30, zimţarea nu trebuie să treacă de la un capăt la celălalt, deoarece este necesară o suprafaţă de aşezare netedă, care să iasă în afară cu mărimea f. La bucşele cu flanşă (fig. 3.4.29 şi 3.4.31) trebuie prevăzut un canal, al cărui diametru este mai mic decît diametrul găurii, pentru a asigura o aşezare perfectă a flanşei. Pentru execuţia reprezentată în fig. 3.4.30 sînt valabile acelaşi recomandări ca pentru construcţia reprezentată în fig. 3.4.28. Dacă precizia de centrare care se poate realiza la introducerea prin presare a bucşelor zimţate nu este suficientă, poate fi îndepărtată prin strunjire o parte din suprafaţa zimţată, aşa cum se arată în fig. 3.4.31, pentru a obţine un fus de centrare neted.

Dacă suportul de lagăr este executat din metal turnat sub presiune sau din material plastic, se pot încastra bucşe de lagăr din metal aşa cum se arată în fig. 3.4.32 şi 3.4.33. În asemenea cazuri, bucşa trebuie să iasă în afară cu ambele capete, chiar şi atunci cînd lungimea lagărului ar fi suficientă. Fixarea prin nituire a unei bucşe de lagăr se poate face conform fig. 3.4.34 la tablă mai groasă şi conform fig. 3.4.35, la tablă mai subţire dacă grosimea tablei nu este suficientă ca lungime pentru lagăr. Deoarece la nituire deteriorarea marginii găurii nu poate fi evitată, gaura pentru lagăr trebuie apoi alezată. Aceasta se poate evita printr-o construcţie ca cea arătată în

fig. 3.4.36, în care este reprezentată, în același timp, fixarea prin răsfrîngere în material izolant. Pietrele de lagăr se fixează în genere prin răsfrîngere.

Un asemenea lagăr cu piatră este reprezentat în fig. 3.4.37. Piatra este plană pe una din fețe, pentru a servi drept reazem pentru un umăr de fus, iar pe cealaltă față este prevăzută cu o scobitură, pentru primirea uleiului, corespunzător fig. 3.4.4. Gaura pentru lagăr trebuie să fie bine rectificată și lustruită. Ea se rectifică de obicei ușor bombat, așa încît contactul real dintre fus și lagăr să se producă numai la mijloc, iar uleiul să se poată trage în interiorul găurii pînă la mijloc.

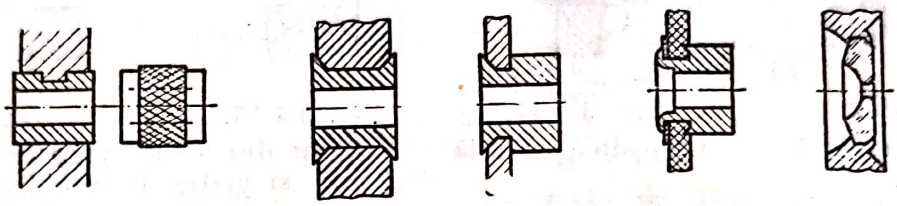
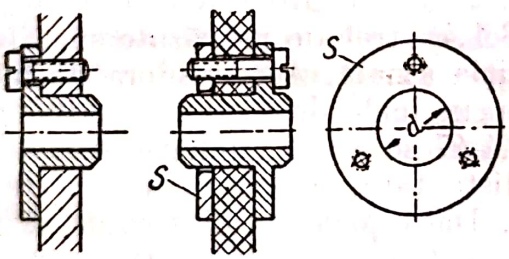


Fig. 3.4.32. Fig. 3.4.33. Fig.3 .4.34. Fig. 3.4.35. Fig. 3.4.36. Fig. 3.4.37.
Fixări prin încastrare Fixări prin nituire Fixări prin răsfrîngere

Din fixările demontabile se ia în considerație de obicei numai îmbinarea prin șurub. Se deosebesc dintre acestea îmbinarea indirectă și cea directă. Pentru fixarea indirectă prin șurub a unei bucșe de lagăr pe suport, bucșa trebuie prevăzută cu o margine strunjită, care să servească pentru fixarea cu două sau trei șuruburi (fig. 3.4.38). Dacă placa de lagăr nu este corespunzătoare filetării (material izolant), se poate prevedea o placă de presiune S, în care se dau găurile filetate, așa cum se arată în fig. 3.4.39.



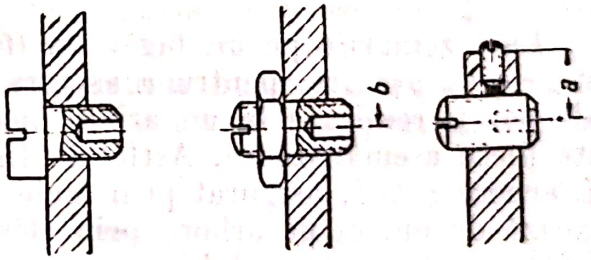


Fig. 3.4.38. Fig. 3.4.39. Fig. 3.4.40. Fig. 3.4.41. Fig. 3.4.42.
Bucșe de lagăr Lagăr-șurub Lagăre-știft

În fig. 3.4.40 se arată o îmbinare directă prin șurub pentru o bucșă de lagăr în formă de șurub cu cap. Eventual poate fi prevăzută o asigurare împotriva slăbirii. De obicei se folosește, însă, un lagăr-șurub reglabil (fig. 3.4.41), siguranța fiind asigurată de o contrapiuliță. În locul acesteia, lagărul-șurub poate fi fixat și printr-un șurub de presiune lateral (fig. 3.4.42), în care caz o bucată de cupru moale, introdusă în gaură, împiedică deteriorarea filetului. Eventual, o bucșă de lagăr cu pereții netezi poate fi fixată și printr-o bridă de prindere, așa cum se fixează fusul din fig. 3.4.60. Această construcție prezintă avantajul unei centrări foarte precise, printr-un ajustaj corespunzător.

Scanned with OKEN Scanner

3.4.3.1.5. *Lagăre axiale și crapodine*

Lagărele axiale și crapodinele se execută de obicei sub forma unor simple plăci din tablă de oțel, care sînt asamblate cu suportul prin înșurubare (fig. 3.4.43), suportul avînd prevăzută o simplă gaură de lagăr. Dacă crapodina trebuie să fie reglabilă, este mai avantajos un șurub-lagăr, în care este introdusă prin presare o bilă din oțel (fig. 3.4.44).

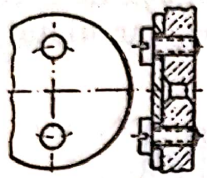


Fig. 3.4.43.
Placă de crapodină

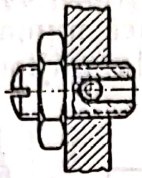


Fig. 3.4.44.
Crapodină cu bilă

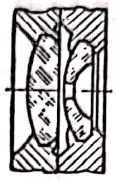


Fig. 3.4.45.
Lagăr din pietre (piatră cu gaură și piatră de închidere)

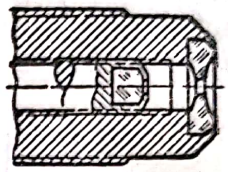


Fig. 3.4.46.

La lagărele din pietre se folosește de obicei o „piatră de închidere" separată, pentru a prelua forțele axiale. La această piatră fața dinspre fus este șlefuită plan și servește ca suprafață de reazem. În fig. 3.4.45 se arată o asemenea execuție cu piatră fixată rigid, în timp ce în fig. 3.4.46 este reprezentată o construcție reglabilă în forma unui lagăr șurub cu piatră găurită și piatră de închidere. Piatra de închidere este încadrată independent într-un șurub din alamă și este deci, de asemenea, mobilă, în gaura filetată a lagărului-șurub.

3.4.3.2. **Rezemări cu un lagăr fix**

La rezemările pe un lagăr fix (fig. 3.1.4), trebuie prevăzute suprafețe laterale de așezare, pentru a asigura poziția axială. Aceste suprafețe laterale pot fi realizate la un arbore neted prin inele de distanțare sau prin alte piese asemănătoare. Astfel în fig. 3.4.47 se arată un lagăr turnat cu un arbore neted, asigurat prin inele de distanțare. Inelele de distanțare se fixează de obicei pe arbore prin știfturi. Dacă jocul axial trebuie să fie reglabil, este recomandabil ca unul dintre cele două inele de distanțare să fie ținut printr-un șurub de blocare. Nu este nevoie să se prevadă inele de distanțare speciale sau alte elemente asemănătoare dacă în imediata apropiere a lagărului se fixează piese pe arbore. Astfel, acestea pot fi concepute în așa fel, încît să formeze suprafețele laterale de așezare necesare, așa cum se arată în fig. 3.4.48.

Pentru a da arborelui o ghidare sigură și pentru a evita o solicitare prea puternică a porțiunii de rezemare pe lagăr, aceasta trebuie să fie în general destul de lungă în direcție axială. De aceea trebuie avut în vedere jocul care se preconizează pentru ajustajul ales. Dacă nu este posibilă o lungime axială suficientă a lagărului, se poate obține eventual o compensare prin mărirea suprafețelor laterale de reazem. Trebuie însă avut în vedere că prin aceasta se mărește considerabil frecarea. Dacă trebuie ca arborele să se rotească ușor, suprafețele de reazem laterale trebuie deci

Scanned with OKEN Scanner

păstrate cît mai mici, de exemplu prin teşirea muchiilor. În general însă, lagărele unice cu fus rotitor nu sînt adecvate pentru construcţii de lagăre cu mers uşor, din cauză că diametrul fusului nu poate fi făcut destul de mic, ţinînd seama de transmiterea forţei şi de motive constructive. De aceea se folosesc asemenea lagăre, mai ales acolo unde apar mişcări de reglare şi este dorită o oarecare creştere a frecării, pentru a menţine arborele în poziţia reglată.

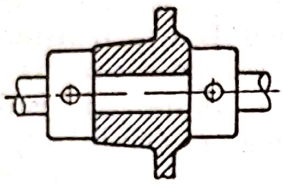


Fig. 3.4.47.
Rezemări cu arbore neted

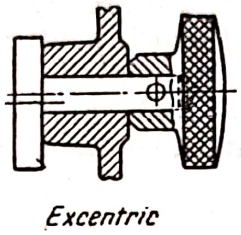


Fig. 3.4.48.

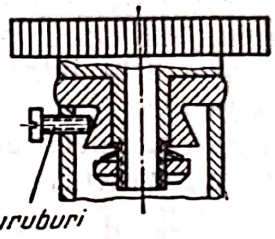


Fig. 3.4.49.
Construcţie de lagăr cu reglare radială la capul de torsiune al unui galvanometru

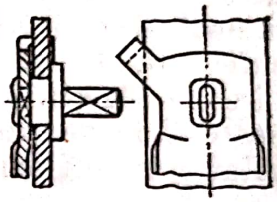


Fig. 3.4.50.
Construcţie de lagăr la un zăvor din tablă

Dacă rezemarea trebuie realizată fără joc, poate fi prevăzut un arc care compensează jocul axial. Astfel, la lagărul unui cap de torsiune al unui galvanometru (fig. 3.4.49), s-a prevăzut în acest scop o şaibă elastică. La zăvorul rotitor din fig. 3.4.50, arcuirea proprie a tablei de zăvorîre nituită pe arbore lucrează în acelaşi sens.

Uneori, lagărul trebuie să fie reglabil între anumite limite. În acest caz, pe suportul de lagăr trebuie prevăzut un corp de lagăr special, care să poată fi deplasabil. În acest scop, la construcţia reprezentată în fig. 3.4.49 buşca de lagăr este reglabilă şi poate fi fixată prin trei şuruburi decalate cu 120°. Prin forma conică a gulerului bucşei, marginea bucşei este presată în acelaşi timp pe faţa frontală a ţevii, prin presiunea şurubului pe suprafaţa conică a corpului de lagăr.

3.4.3.3. Rezemări cu fusul fixat la un singur capăt

Rezemările cu fusul fixat la un singur capăt (fig. 3.1.6), sînt avantajoase mai ales atunci cînd lungimea fusului nu este prea mare şi mai ales atunci cînd forţele care solicită fusul perpendicular pe axă au punctul lor de aplicare în interiorul suprafeţei lagărului. Dacă o determinare mai precisă a solicitărilor fusului şi lagărului nu este în general necesară la asemenea rezemări, în condiţii defavorabile pot să apară totuşi cazuri cînd se impune un calcul al elementelor lagărului, după regulile construcţiei de maşini.

3.4.3.3.1. *Fixarea fusului*

Dacă fusul poate fi îmbinat nedemontabil cu suportul, el poate fi eventual executat chiar şi dintr-o bucată cu suportul, ceea ce este indicat mai ales pentru piesele turnate sub presiune; totuşi rezistenţa unor asemenea

Scanned with OKEN Scanner

fusuri este redusă. La încastrarea unui fus executat dintr-un material dur în metal turnat sub presiune sau în material izolant, centrarea fusului scurt prezintă de obicei greutăţi (v. şi fig. 3.4.61). La rezemarea pîrghiilor (articulaţiilor), fusul poate fi realizat în unele cazuri prin frezarea, cu ajutorul unui adîncitor de formă adecvată (fig. 3.4.64). În general, fixarea se face mai ales printr-un ajustaj corespunzător sau prin nituire. În fig. 3.4.51 se arată ca exemplu o îmbinare cu ajustaj cu strîngere prin zimţare. În acest caz, grosimea δ a peretelui suportului trebuie să fie mai mare decît diametrul d al fusului, în locul de îmbinare, pentru a obţine o rezistenţă suficientă. Fusul zimţat este introdus la locul de fixare, prin presare în direcţia săgeţii. La nituire (fig. 3.4.53, 3.4.65 şi 3.4.66), diametrul fusului poate fi în general mai mic decît grosimea peretelui, dacă materialul suportului este suficient de rezistent.

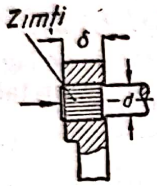


Fig. 3.4.51.

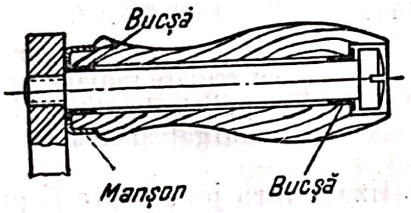


Fig. 3.4.52.

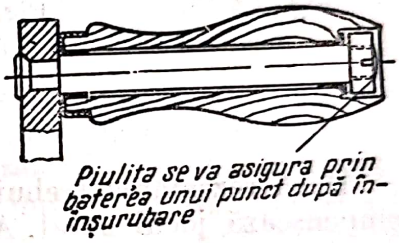


Fig. 3.4.53.

Fixarea fusurilor pentru mînerele manivelelor

Uneori este necesară o fixare demontabilă a fusului, pentru ca fusul sau piesele montate pe el să poată fi înlocuite. În acest caz se poate folosi o îmbinare prin şurub, la care fusul este ţinut fie printr-o tensionare longitudinală, fie printr-o tensionare transversală.

O tensionare longitudinală are loc la înşurubarea directă a fusului în suport. Se foloseşte atunci fie un şurub cu umăr (fig. 3.4.52) sau, la diametre mai mici ale fusului, un şurub cu fus (fig. 3.4.54). Ambele construcţii trebuie adoptate numai atunci cînd prin felul solicitării cu privire la răsucire şi presiune pe lagăr apare exclusă o slăbire în timpul funcţionării. Mai trebuie observat că rezistenţa îmbinării suferă prin tăierea filetului şi mai ales prin degajarea la capătul filetului. De aceea se preferă de obicei la fixarea mînerelor de manivele o îmbinare prin nituire a fusului manivelei (fig. 3.4.53). Dacă se ridică pretenţii mai mari cu privire la rezistenţă şi centrare, fusul trebuie să fie prevăzut cu o porţiune strunjită la un diametru redus care să intre într-o gaură cilindrică corespunzătoare (fig. 3.4.81), tensionarea longitudinală fiind dată de o piuliţă. În fig. 3.4.81 se arată construcţia unui lagăr la un comutator cu pîrghie, la care asigurarea fusului împotriva răsucirii se face printr-un ştift de blocare, care trece prin umărul prevăzut.

Tensionarea transversală prezintă, din punct de vedere teoretic, dezavantajul că prin elementul de fixare se adaugă o forţă care lucrează perpendicular pe direcţia axei şi prin care fusul ar putea fi deplasat paralel sau înclinat, dacă ajustajul are prea mult joc. Cerinţele cu privire la precizia

centrării sînt însă rareori atît de mari, încît tensionarea transversală să nu poată fi aplicată din acest motiv. În plus, această construcție prezintă avantajul că oferă o siguranță nu numai împotriva deplasării axiale ci și împotriva răsucirii fusului.

Tensionarea transversală poate fi realizată printr-un șurub de tracțiune sau unul de presiune. Construcția cu șurub de tracțiune (fig. 3.4.55) dă o siguranță mai mare și ar trebui aplicată de aceea oriunde pot să apară solicitări mai mari și unde diametrul fusului este atît de mare, încît nu va fi slăbit prea mult prin executarea găurii filetate.

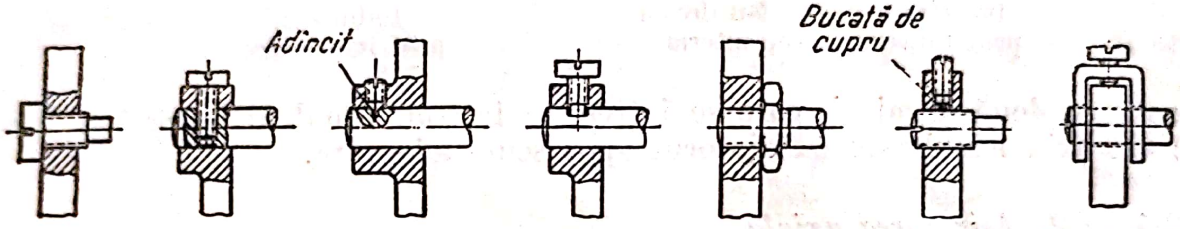


Fig. 3.4.54. Șurub cu fus
Fig. 3.4.55. Șurub de tracțiune
Fig. 3.4.56. Fig. 3.4.57. Șuruburi de presiune
Fig. 3.4.58. Contrapiuliță
Fig. 3.4.59. Intercalarea unei bucăți de cupru
Fig. 3.4.60. Bridă de prindere

La tensionarea transversală prin șurub de presiune se poate folosi fie un șurub cu vîrf (fig. 3.4.56), fie un șurub cu cep (fig. 3.4.57). În primul caz, fusul trebuie să aibă o adîncire conică corespunzătoare, în al doilea caz, o adîncire plană executată prin frezare. Dacă, pentru ieftinirea execuției, adîncirea este înlocuită prin strunjirea unui canal, rezultă o asigurare mai mică împotriva răsucirii.

În multe cazuri este necesar ca fusul să fie fixat cu posibilitate de reglare. În majoritatea cazurilor, fusul trebuie să fie reglabil în direcție axială, pentru a putea compensa jocul lagărului în această direcție. Și aici se poate aplica o tensionare longitudinală sau o tensionare transversală. Tensionarea longitudinală se ia în considerație numai la înșurubarea directă a fusului (fig. 3.4.58); tensionarea se realizează printr-o contrapiuliță.

Mai uzuală este tensionarea transversală cu ajutorul unui șurub de blocare. În fig. 3.4.59 se arată un șurub cu cep cu șurub de presiune lateral. Și aici, ca și la fixarea unui lagăr-șurub (fig. 3.4.42), se introduce o bucată de material moale, de exemplu cupru, pentru a evita o deteriorare a filetului. La blocarea cu ajutorul unei bride strînse printr-un șurub de presiune (fig. 3.4.60), se poate folosi un fus neted, care este reglabil în direcție axială printr-o simplă împingere. În general se pot folosi aceleași sisteme de fixare ca cele arătate în cap. 3.4.3.1.4 pentru bucșe de lagăre și lagăre-șurub.

Uneori, mai ales la rezemarea pe fusuri la ambele capete, dispoziția lagărelor comportă fixarea a două fusuri coaxiale, de obicei pe cele două părți ale unui suport comun. În acest caz este utilă executarea ambelor fusuri dintr-o singură bucată de oțel și fixarea lor de exemplu prin încastrare prin turnare (fig. 3.4.61), dacă suportul este executat prin turnare sub presiune. Nituirea într-un suport din tablă se poate face ca în fig. 3.4.62.

În fig. 3.4.63 se arată o construcție a fusului de lagăr pentru o ancoră de releu. Fusul de lagăr dublu este format dintr-o bucată de sîrmă prevă-

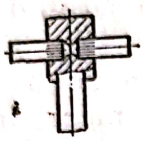


Fig. 3.4.61. Încastrare prin turnare

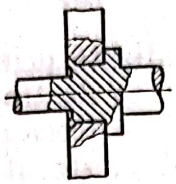


Fig. 3.4.62. Nituire cu cep intermediar

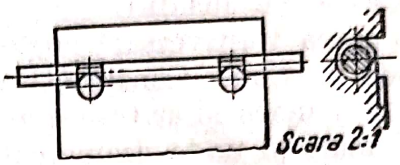


Fig. 3.4.63. Îmbinare prin imprimare

zută cu două degajări, care se introduce într-un canal al ancorei și este fixat prin imprimare cu ajutorul unor scule adecvate.

3.4.3.3.2. *Asigurarea axială*

Dacă sistemul de rezemare nu trebuie să fie demontabil, deplasarea axială a elementului care poartă gaura de lagăr poate fi împiedicată printr-un umăr la capătul fusului. La articulația (lagărul de pîrghie) arătată în fig. 3.4.64, umărul este format de marginea răsfrîntă, ceea ce nu este însă admisibil decît pentru solicitări relativ mici.

În fig. 3.4.65 se arată un fus nituit, cu umăr care servește pentru așezare. Dacă frecarea trebuie micșorată, se poate intercala o șaibă, care este ținută prin nituirea fusului, pentru a micșora suprafața laterală de așezare. La execuția reprezentată în fig. 3.4.66, suprafața conică a umărului prezintă avantajul că înălțimea constructivă nu devine prea mare. În fig. 3.4.67 se reprezintă lagărele pentru rolele unui întrerupător basculant, de tipul celor folosite în telecomunicații. Fusul și pîrghia sînt executate dintr-o singură bucată. Umărul de la capetele fusului trebuie realizat deci

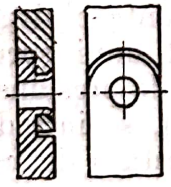


Fig. 3.4.64. Îmbinare „liberă" prin răsfrîngere

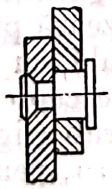


Fig. 3.4.65. Îmbinări directe prin nituire

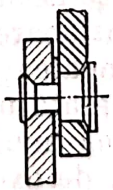


Fig. 3.4.66.

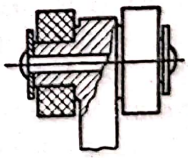


Fig. 3.4.67. Îmbinare indirectă prin nituire

după montarea rolelor. În acest scop s-au prevăzut două șaibe care sînt ținute printr-un nit comun. Pentru micșorarea suprafeței de așezare s-au prevăzut bosaje la pîrghie. Aceeași construcție se folosește în principiu și pentru rezemarea mînerelor de manivele, în măsura în care acestea nu trebuie să fie schimbabile.

Îndeosebi la rezemarea unilaterală a roților dințate, rolelor și a altor piese de dimensiuni mici, umărul de la capătul fusului se face demontabil,

pentru ca respectivul element să poată fi schimbat. În acest scop se poate folosi un inel de distanțare, care se fixează pe fus cu ajutorul unui știft (fig. 3.4.47). Uneori ajunge însă o șaibă, care este ținută printr-un știft trecut transversal prin fus. În fig. 3.4.68 este reprezentat lagărul unei role, asigurarea fiind făcută printr-o șaibă și un știft cilindric.

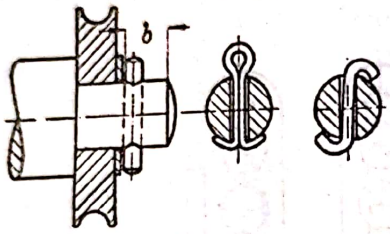


Fig. 3.4.68. Știft cilindric

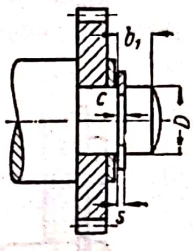


Fig. 3.4.69. Cui spintecat

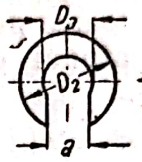


Fig. 3.4.70. Știft curbat în formă de S

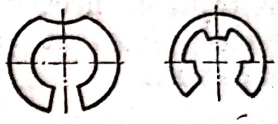


Fig. 3.4.71. Șaibă crestată

Fig. 3.4.72.

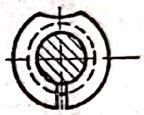


Fig. 3.4.73. Șaibe crestate moi

Fig. 3.4.74.

Fig. 3.4.75.

Fig. 3.4.76.

Fig. 3.4.77. Șaibe crestate elastice

În locul unui știft standardizat se poate folosi și un cui spintecat (fig. 3.4.69) sau un știft îndoit din sîrmă (fig. 3.4.70). Deoarece la piesele strunjite este mai ieftină executarea unui canal decît a unei găuri tranversale, se folosesc însă pentru acest scop șaibe crestate. Ca exemplu se arată în fig. 3.4.71 rezemarea unei roți dințate. Într-un asemenea caz este necesară, în anumite condiții, o șaibă separată, deoarece șaiba crestată poate servi și drept suprafață de așezare.

Șaibele crestate (fig. 3.4.72 sau 3.4.74) și tabela 3.4.1 se montează prin introducere radială într-un canal prevăzut în fus, după care se strîng (fig. 3.4.73 respectiv 3.4.75). În fig. 3.4.74 se arată o șaibă crestată, care la strîngere se închide aproape complet (fig. 3.4.75).

Tabela 3.4.1

Dimensiuni pentru șaibe crestate și fusuri (fig. 3.4.7.1 și 3.4.7.2), în mm

Fus	Diametrul exterior, D	2—2,5	2,5—3	3—4	4—5	5—6	6—8	8—11	11—13
	Diametrul canalului	1,2	1,6	2	3	4	5,4	7,4	10,7
	Lățimea canalului, c	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,9	1,1
Șaiba crestată	Diametrul exterior, D_2	4	4,5	6	7	9	11	14	18,5
	Diametrul găurii, D_3	1,6	2	2,5	3,5	4,5	6	8	11,5
	Lățimea crestării, a	1,2	1,6	2	3	4	5,4	7,4	10,7
	Grosimea tablei, S	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,8	0,8	1

Pe cînd șaibele crestate din fig. 3.4.72 și 3.4.74 sînt executate din metal moale, șaiba crestată din fig. 3.4.76 este executată din tablă de oțel

de arc şi este astfel decupată, încît după introducerea în canal revine la forma sa iniţială (fig. 3.4.77) şi deci poate fi folosită în repetate rînduri Pentru diametre mai mari ale fusurilor (peste 12 mm), se folosesc şi inelele de siguranţă.

În acelaşi scop se folosesc şi agrafele din sîrmă sau arcurile inelare din sîrmă (fig. 2.7.2.12—2.7.2.14). Aceste elemente de siguranţă prezintă avantajul că necesită foarte puţin spaţiu în direcţie axială. Ele se folosesc de aceea frecvent şi atunci cînd nu se pune preţ pe posibilitatea de demontare.

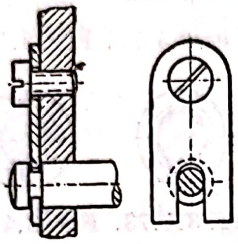


Fig. 3.4.78.
Tablă bifurcată

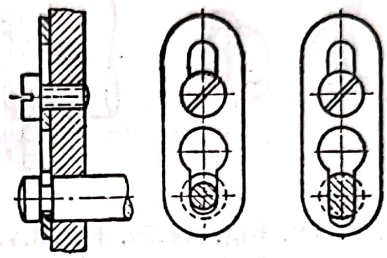


Fig. 3.4.79. Fig. 3.4.80.
Tablă cu găuri alungite

Uneori fusurile pot fi asigurate împotriva deplasării, în direcţie longitudinală, numai la unul din lagăre. Se folosesc atunci printre altele table de fixare ca în fig. 3.4.78 şi 3.4.79. Dacă un asemenea fus trebuie asigurat şi împotriva răsucirii, canalele vor fi înlocuite prin frezări laterale ale fusului (fig. 3.4.80).

Adeseori se folosesc şi elemente elastice ca siguranţe împotriva deplasării axiale. Ca exemplu este reprezentată în fig. 3.4.81 construcţia unui lagăr pentru manivela cu perie a unui comutator electric, la care manivela poate fi demontată prin slăbirea ştiftului conic, iar fusul, care este asigurat împotriva răsucirii printr-un ştift de blocare, prin slăbirea piuliţei. Umărul de reazem de la capătul fusului poate fi slăbit uşor, dacă se foloseşte drept umăr de reazem un arc lamelar, care este ridicat pentru a permite slăbirea elementelor lagărului. În fig. 3.4.82 este arătată articulaţia tijei de tracţiune de la o maşină de scris, la care fusul şi arcul lamelar sînt

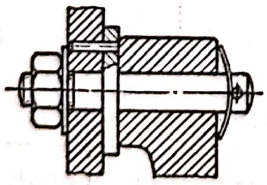


Fig. 3.4.81.
Şaibă elastică bombată

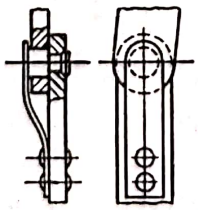


Fig. 3.4.82.
Arc din foaie

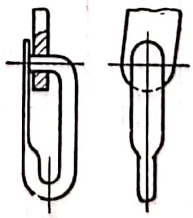


Fig. 3.4.83.
Ureche elastică

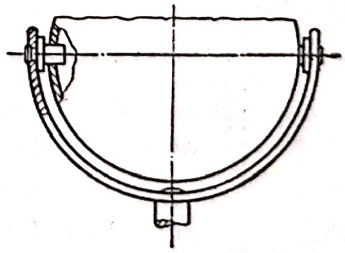


Fig. 3.4.84.
Potcoavă elastică

fixate prin nituri. În fig. 3.4.83 se reprezintă o construcţie mult simplificată pentru acelaşi scop, la care întreaga articulaţie este executată dintr-o singură bucată.

3.4.3.4. Rezemări cu fusul fixat la ambele capete

Dacă, așa cum s-a reprezentat schematic în fig. 3.1.5 (cap. 3.1), un arbore A gol la interior sau un alt corp mai lung în direcție axială trebuie să se poată roti pe un fus C imobil de lungime corespunzătoare, fusul trebuie de obicei fixat la ambele capete în suporturile B_1 și B_2. Siguranța împotriva deplasării axiale a piesei A este dată, de obicei, în asemenea cazuri prin suporturile B_1 și B_2.

În mecanica fină, asemenea construcții se întîlnesc la lagăre pentru armături, pîrghii etc. Din aceeași categorie fac parte și articulațiile și șarnierele, precum și lagărele lanțurilor articulate. Se vor trata aci și cazurile cînd fusul C reprezentat în fig. 3.1.5 nu se întinde de la suportul B_1

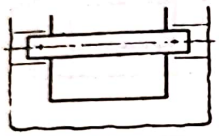


Fig. 3.4.85. Îmbinare prin sudare prin puncte

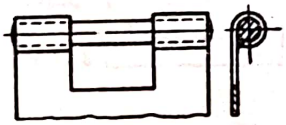


Fig. 3.4.86. Îmbinare prin lipire moale

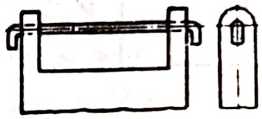


Fig. 3.4.87. Îmbinare prin urechi

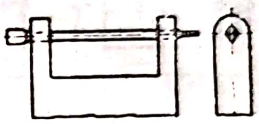


Fig. 3.4.88. Îmbinare prin imprimare

pînă la suportul B_2, ci este oarecum divizat în două fusuri scurte, fiecare fixat pe o singură parte în cîte un suport. În acest caz, bineînțeles, elementul A care se reazemă în lagăr nu trebuie să aibă la fiecare capăt decît o gaură scurtă, pentru a primi fusul. Un asemenea caz îl reprezintă de exemplu lagărul articulat al unei căști (fig. 3.4.84). Aici, potcoava este atît de elastică, încît receptorul poate fi ușor scos prin deschiderea potcoavei. Prin elasticitatea potcoavei este în același timp compensat jocul axial ceea ce produce o anumită frecare, care este însă indicată în acest caz.

Deosebit de corespunzătoare pentru fabricația de masă sînt rezemările la care fusul, executat de obicei dintr-o simplă sîrmă trasă, este fixat nedemontabil la ambele capete. Soluția poate fi concepută astfel, încît, după demontare, fusul să mai poată fi reutilizat. În unele cazuri este suficientă o asigurare împotriva deplasării la fixarea fusului, care într-o asemenea situație nu mai poate fi considerat ca un fus „fixat" în suport. În general însă rotirea fusului nu este de dorit, dimpotrivă, se încearcă prin dimensionarea corespunzătoare a jocului pieselor în rotire sau prin alte măsuri la execuție și la asamblarea pieselor ca fusul să nu se rotească în timpul funcționării.

Elementul care se rotește se amplasează de obicei între cele două suporturi și capătă o asemenea formă, încît să fie asigurat prin însăși poziția lui împotriva deplasării axiale (fig. 3.1.5). Din acest motiv, se vor trata în cele ce urmează numai fixarea și asigurarea fusului.

O fixare prin sudare prin puncte (fig. 3.4.85) sau prin lipire (fig. 3.4.86) se ia în considerație numai la suporturile din tablă, dacă suprafața tablei este așezată în direcția axei sau paralel cu aceasta. Altfel, sîrma poate fi îndoită la capete (fig. 3.4.87) sau poate fi imprimată (fig. 3.4.88). Prima construcție se aplică mai ales pentru sîrme sub 1,5 mm dia-

metru, a doua pentru cele pînă la 2 mm diametru. În fiecare caz trebuie bineînțeles prevăzute dispozitive speciale de prindere, care la prelucrarea capetelor să împiedice îndoirea.

Dacă trebuie evitat ca fusul să fie antrenat în rotire, el poate fi nituit cu suportul, totuși această soluție cere mare atenție pentru ca suportul să nu se îndoaie la nituire. Prin nituirea la ambele capete a unui fus cu cepuri de diametru redus (fig. 3.4.89), cele două aripi ale suportului sînt rigidizate într-o anumită poziție. Nituirea directă la ambele capete a unui fus neted (fig. 3.4.90 și 3.4.91) se folosește numai atunci cînd suportul este atît

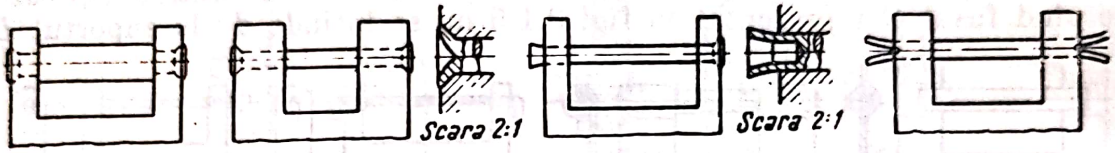


Fig. 3.4.89. Fig. 3.4.90. Fig. 3.4.91. Fig. 3.4.92. Fig. 3.4.93. Fig. 3.4.94.
Îmbinări prin nituire Îmbinare prin răsfrîngere Îmbinare prin urechi

de rigid construit, încît nu se poate încovoia la nituire. În acest caz este preferabilă construcția din fig. 3.4.92 și 3.4.93, la care fusul poartă la unul din capete un cap de nit, în timp ce la celălalt capăt este găurit și poate fi răsfrînt prin baterea unui dorn corespunzător. În orice caz, este recomandabil ca la nituire sau răsfrîngere să se folosească un dispozitiv corespunzător, care să împiedice o încovoiere a suportului.

Dacă capetele ieșite în afară nu sînt ancombrate, se poate folosi și soluția execuției reprezentate în fig. 3.4.94 În cazul folosirii unui material destul de moale, fusul este condiționat demontabil, ca și un cui spintecat.

O fixare originală este reprezentată în fig. 3.4.95 și 3.4.96. Aici, suportul este executat din metal masiv, eventual prin turnare sub presiune. Sîrma se așază într-un canal și este asigurată prin puncte sau lovituri de daltă împotriva ieșirii.

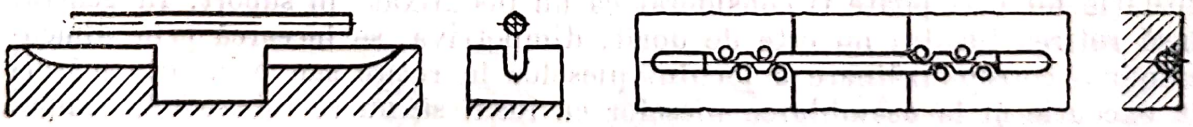


Fig. 3.4.95. Fig. 3.4.96.
Fus de lagăr fixat la ambele capete prin punctare

Pentru ca piesa care se rotește să fie schimbată fără distrugerea fusului, construcția trebuie astfel concepută, încît fusul să poată fi scos. Numai rareori el va fi fixat la ambele capete în suport, deoarece în acest caz se poate evita cu greu o tensionare a suportului. Un exemplu de folosire a unui simplu știft conic drept fus este reprezentat în fig. 3.4.97. Bineînțeles, această execuție este utilizabilă numai la articulații scurte etc., și dacă se cere numai o precizie redusă a rezemării.

În general este recomandabil ca fusul să fie fixat numai la unul din capete. Dacă el constă dintr-o sîrmă moale, unul din capete poate fi de exemplu îndoit pentru a forma un ochi care se fixează pe suport printr-un șurub, așa cum se arată în fig. 3.4.98, în timp ce celălalt capăt se reazemă liber în gaura din suport. Bolțurile de diametru mai mare pot fi prevăzute la unul din capete cu un canal, fiind blocate în suport cu ajutorul unui șurub cu vîrf conic (fig. 3.4.99). Tot așa de bine se pot alege în asemenea cazuri și fixările de fusuri, așa cum sînt reprezentate în fig. 3.4.55—3.4.57.

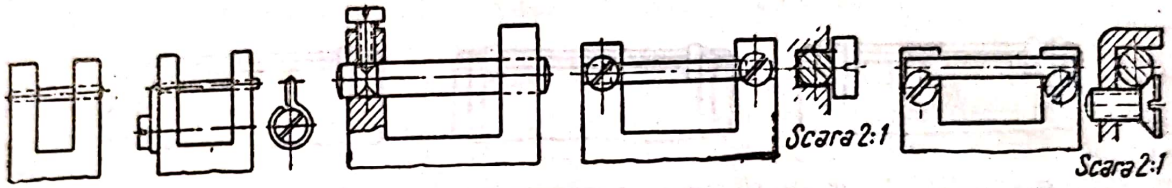


Fig. 3.4.97. Știft conic
Fig. 3.4.98. Știft cu ochi
Fig. 3.4.99. Știft cu canal
Fig. 3.4.100.
Fig. 3.4.101.
Știfturi netede

Uneori este suficientă numai asigurarea fusului împotriva răsucirii și a ieșirii în afară. De exemplu, o sîrmă simplă dreaptă poate fi introdusă într-un canal pătrat din suport (fig. 3.4. 100), fixarea fiind făcută la ambele capete prin capetele a două șuruburi. La un suport din tablă este posibilă și blocarea simplă a unui fus de rotire, prin două șuruburi cu cap înecat (fig. 3.4.101).

În multe cazuri, se poate renunța și la o asigurare specială împotriva răsucirii, ca și la fusurile fixate nedemontabil, de exemplu dacă drept fus se folosește un cui spintecat. Bolțurile fără cap pot fi asigurate împotriva ieșirii în afară, la ambele capete, prin cuie spintecate și șaibe (fig.3.4.102) sau prin șaibe crestate, arcuri inelare etc. Problema se poate rezolva și printr-o singură gaură în fus, dacă se folosește un bolț cu cap sau dacă se alege construcția reprezentată în fig. 3.4.103, la care cuiul spintecat este în același timp trecut printr-o țeavă de distanțare.

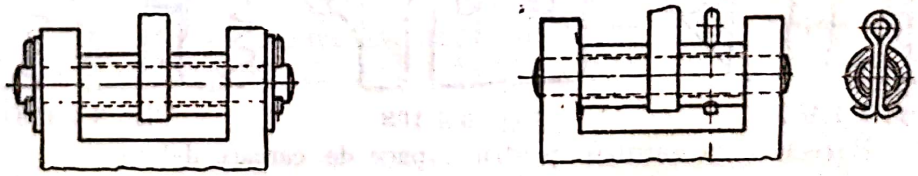


Fig. 3.4.102.
Fig. 3.4.103.
Asigurarea prin cuie spintecate a poziției fusurilor de lagăr rezemate la ambele capete

Forme constructive ale rezemării. La rezemările cu fusuri cilindrice fixate la ambele capete intervin de obicei elemente de construcție simple cum sînt rolele, pîrghiile și altele. Elementele respective se prevăd de obicei cu o gaură de lagăr cilindrică corespunzătoare, prin care se trece fusul.

Rezemări cu șarniere. La rezemările cu șarniere, care servesc mai ales pentru capacele rabatabile sau pentru ușile carcaselor, fusul de rotire este

denumit ştift de şarnieră. Acesta nu este de obicei fixat în nici una din cele două elemente şi este asigurat numai împotriva căderii în afară.

Pentru şarnierele de capace la carcasele turnate se arată cîteva exemple în fig. 3.4.104—3.4.106. La capace înguste, mai ales dacă axa de rotire este aşezată orizontal şi o mică oscilaţie a capacului deschis nu supără, ajunge o şarnieră unilaterală cu fus fixat la ambele capete. De obicei sînt însă necesare două reazeme suficient de depărtate unul de altul. Aici se pot folosi rezemări cu fusuri fixate la unul din capete. Se va alege construcţia reprezentată în fig. 3.4.106, dacă se cere ca după deschidere capacul să

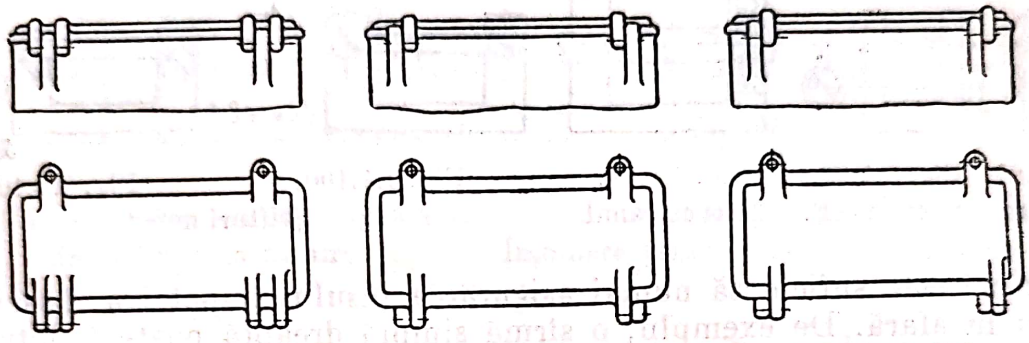


Fig. 3.4.104. Fig. 3.4.105. Fig. 3.4.106.

Rezemări cu şarniere pentru capace de carcase turnate

poată fi scos prin împingere laterală. O asigurare specială împotriva desfacerii neintenţionate este în cele mai multe cazuri inutilă, la o poziţie verticală a axei de rotire, construcţia trebuie astfel concepută, încît urechile din capac să se reazeme pe muchiile din corp.

Dacă capacul trebuie să fie uşor detaşabil fără vreo deplasare, se folosesc şarniere cu urechi deschise (fig. 3.4.107—3.4.109). Acestea sînt rezemări

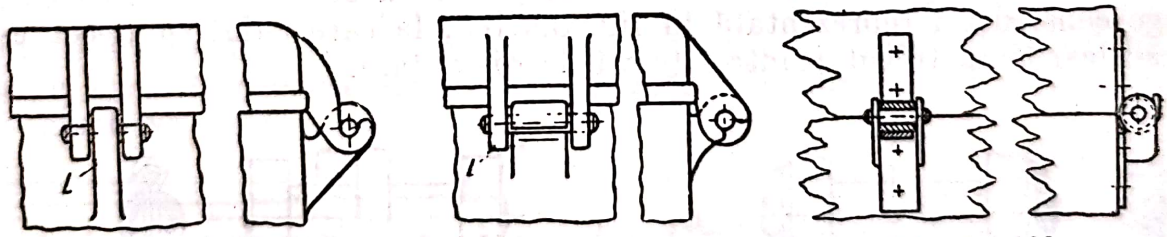


Fig. 3.4.107. Fig. 3.4.108. Fig. 3.4.109.

Rezemări cu şarniere pentru capace de carcase detaşabile

deschise cu fusuri fixate la ambele capete în urechile închise ale şarnierelor. La execuţiile reprezentate în fig. 3.4.107 şi 3.4.108, urechile deschise sînt prevăzute pe capac, iar la cea din fig. 3.4.109 pe carcasă. În fig. 3.4.109 se arată, spre deosebire de exemplele precedente cu urechi de şarnieră realizate prin turnare, o construcţie cu elemente de şarnieră fixate prin şuruburi. Elemenetele respective pot fi eventual fixate şi altfel, de exemplu prin sudare sau prin nituire.

Pe cît posibil trebuie folosite şarniere obişnuite din comerţ, care se găsesc în diferite mărimi şi forme de execuţie. Numai la execuţiile mai grele

se găuresc urechile de șarnieră (fig. 3.4.110). În celelalte cazuri se deosebesc șarniere „înrulate" (fig. 3.4.111) și șarniere „îndoite" (fig. 3.4.112).

Șarnierele obișnuite din comert, cu fusurile fixate numai pe o singură parte, sînt executate de obicei sub formă de șarniere care se pot „scoate

Fig. 3.4.110. Șarnieră găurită

Fig. 3.4.111. Șarnieră rulată

Fig. 3.4.112. Șarnieră îndoită

din țițîni" (fig. 3.4.113). În acest caz, fusul de șarnieră teșit la unul din capete este fixat prin presare. În general însă se folosesc „șarniere multiple". În acest caz, știftul de șarnieră, care trece prin toate elementele, este de obicei fixat tot prin presare în ochiurile executate cu ajustajul corespunzător, ale uneia din părțile șarnierei. La execuția reprezentată în fig. 3.4.114 știftul

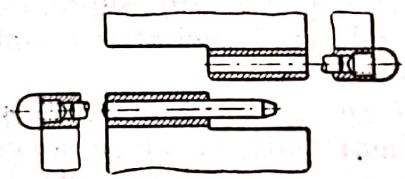


Fig. 3.4.113. Șarniere care se pot scoate din țițîni

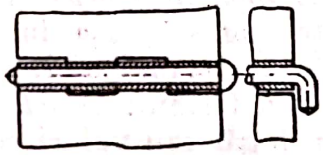


Fig. 3.4.114. Șarniere multiple

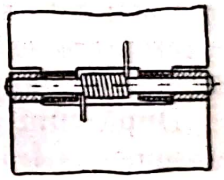


Fig. 3.4.115.

este prevăzut la unul din capete cu un cap semirotund sau este îndoit și ajustat astfel, încît poate fi îndepărtat pentru schimbarea capacului. În fig. 3.4.115 se arată o șarnieră cu arc, la care este inclus la asamblare un arc de răsucire.

3.4.4. Rezemări pe con

La lagărele de alunecare cu suprafețele de lagăr conice se deosebesc lagăre cu fus conic (fig. 3.4.116 și 3.4.117) și lagăre cu fus sferic (fig. 3.4.118 și 3.4.119).

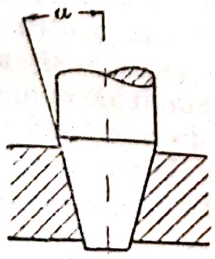


Fig. 3.4.116.

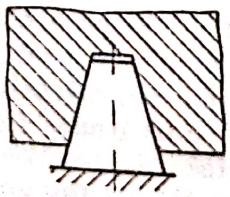


Fig. 3.4.117. Lagăre cu fus conic

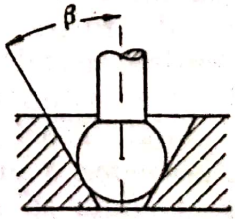


Fig. 3.4.118.

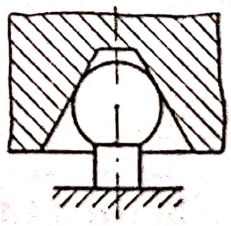


Fig. 3.4.119. Lagăre cu fus sferic

Lagărele cu fus conic se folosesc mai ales pentru rezemări unilaterale la aparatele optico-mecanice mai fine(topometrice, astronomice şi altele), şi anume cu fus rotitor (fig. 3.4.116) sau cu fus imobil (fig. 3.4.117).

Lagărele cu fus sferic (fig. 3.4.118 şi 3.4.119) se folosesc dacă este necesară o oarecare mobilitate unghiulară a axei. Ele necesită totdeauna o rezemare în lagăre, la ambele capete, dacă poziţia axei nu este garantată prin alte mijloace (fig. 3.4.126 şi 3.4.127).

În orice caz, lagărele cu suprafeţe conice prezintă faţă de lagărele cilindrice, avantajul că poziţia geometrică a axei de rotire nu se schimbă nici după o oarecare uzură. Aceasta se explică prin faptul că o asigurare axială prin forţă înlătură permanent şi automat orice joc radial care poate apărea.

3.4.4.1. Lagăre unilaterale

Raporturile de forţe la rezemările unilaterale cu suprafeţe de alunecare conice sînt aceleaşi ca cele care au fost determinate la îmbinările prin pene (cap. 2.6.6.1). În acest caz este indiferent dacă fusul este de asemenea conic sau este sferic. La fusurile sferice (fig. 3.4.118 şi 3.4.119), suprafaţa de rezemare este foarte îngustă, aşa încît lagărele cu fusuri sferice sînt adecvate numai pentru încărcări mai mici.

După cum rezultă din formula $N=P/\sin\alpha$ (cap. 2.6), presiunea N şi de asemenea frecarea în lagăr iau valori cu atît mai mari, cu cît se alege un unghi α mai mic. În afară de aceasta, la lagărele cu fus conic este de dorit ca lungimea fusului conic să fie cît mai mare, pentru a asigura o rezemare sigură şi solidă. La lagărele cu con foarte înclinat mai trebuie avut grijă îndeosebi ca elementele care freacă unul pe altul să fie executate din materiale cu coeficienţi de dilatare termică pe cît posibil egali, pentru ca la variaţii de temperatură să nu se „gripeze“. Deosebit de frecvent se întîlnesc următoarele construcţii: ambele piese din oţel, fusul călit şi lagărul necălit, sau fusul din oţel necălit iar lagărul din alamă turnată sau din fontă cenuşie.

În general este recomandabil ca suprafeţele conice să nu frece pe toată lungimea lor, executîndu-se în acest scop în zona de mijloc o degajare pe o anumită lungime, aşa încît să nu rămînă decît două suprafeţe inelare. Trebuie avut în vedere ca marginile suprafeţelor inelare să treacă puţin dincolo de marginile lagărului, în direcţia încărcării (fig. 3.4.120 şi 3.4.121), deoarece în caz contrar apare după oarecare uzare o „agăţare“ a fusului, ghidarea devenind astfel nesigură.

Pentru a obţine un fus destul de lung şi înclinat, este recomandabil ca semiunghiul conului să fie ales de aproximativ 7°. În acest caz pentru a obţine o posibilitate de rotire destul de uşoară este necesar să se descarce suprafeţele conice, astfel încît ele să lucreze în principal numai ca suprafeţe de ghidare, în timp ce sarcina este preluată de o suprafaţă purtătoare separată, plană. Dacă ajustarea suprafeţelor de lagăr se face prin rodare, se poate prevedea o suprafaţă purtătoare fixă. În caz contrar, suprafeţele purtătoare trebuie să fie reglabile.

În fig. 3.4.120 se arată o execuţie simplă cu fus conic rotativ şi cu o suprafaţă purtătoare fixă de formă plană. Prin rodarea împreună a elementelor se realizează aşezarea fusului atît pe suprafeţele conice laterale,

Scanned with OKEN Scanner

cît şi pe faţa frontală plană a umărului, în felul dorit. Piuliţa prevăzută la capătul inferior al fusului, şi care este înşurubată pe un cep filetat, serveşte ca siguranţă împotriva ridicării de pe scaun a fusului conic.

Spre deosebire de aceasta, construcţiile reprezentate în fig. 3.4.121—3.4.123 prevăd o posibilitate de reglaj pentru suprafaţa purtătoare (descărcare reglabilă). Aceasta prezintă avantajul că mersul mai uşor sau mai greu poate fi reglat după nevoie. Descărcarea se face prin ridicarea mai mică sau mai mare a suprafeţelor conice, deci printr-o forţă care lucrează axial, în direcţia creşterii diametrului, cu ajutorul unui dispozitiv cu şurub (cap. 8.5.).

La construcţia de lagăr reprezentată în fig. 3.4.121, fusul conic rotativ se reazemă cu vîrful inferior pe suprafaţa frontală plană a unui şurub de reglaj, introdus în gaura filetată a unei piuliţe înfundate, înşurubată pe un

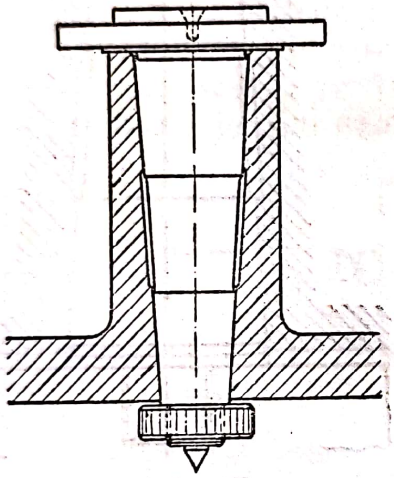


Fig. 3.4.1 2 0.

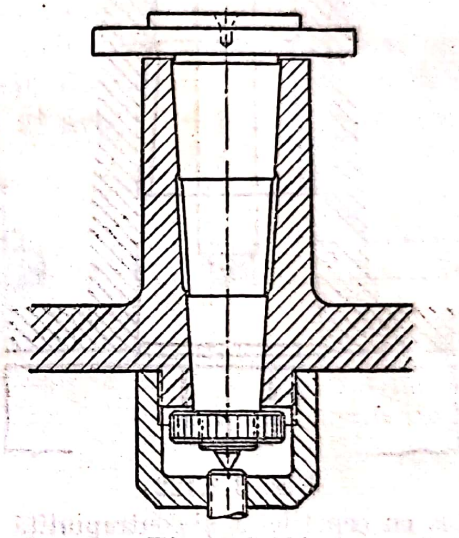


Fig. 3.4.121.

Rezemări unilaterale cu fus conic rotativ

cep filetat fix şi care îmbracă partea inferioară a cepului. În acest caz, bineînţeles, umărul superior al fusului nu se reazemă pe corpul lagărului.

Dacă fusul conic este fix (fig. 3.4.122 şi 3.4.123), corpul lagărului care poartă piesele aparatului trebuie ridicat, pentru a descărca fusul. În acest scop s-a prevăzut de exemplu la execuţia reprezentată în fig. 3.4.122 un şurub striat gol la interior, care se fixează după reglaj cu ajutorul unei contrapiuliţe. O şaibă intermediară aşezată în golul şurubului apasă cu faţa sa inferioară sferică pe suprafaţa frontală bombată corespunzător a fusului conic, aşa încît prin strîngerea piuliţei moletate corpul lagărului poate fi ridicat. Execuţia sferică a suprafeţelor de presare asigură o direcţie de acţiune a forţelor riguros axială.

Pentru o reglare mai fină, se poate folosi un mecanism cu şurub diferenţial (cap. 8.5). În fig. 3.4.123 se arată o asemenea execuţie, la care şurubul striat este prevăzut cu filet exterior şi filet interior, pasul filetului interior fiind ceva mai mic decît cel al filetului exterior. În cazul reglajului fin, descărcarea se face prin intermediul unei plăci intermediare, care se reazemă la partea inferioară cu adîncirea conică pe un ştift de presiune introdus în fus prin presare.

În ultima vreme, asemenea lagăre cu fus conic se înlocuiesc prin lagăre cu fus cilindric cu rulment axial (fig. 3.5.18 și 3.5.19).

Lagărele cu fus conic unilaterale se mai folosesc uneori cînd frecarea dintre suprafețele conice este necesară pentru a asigura un bun contact

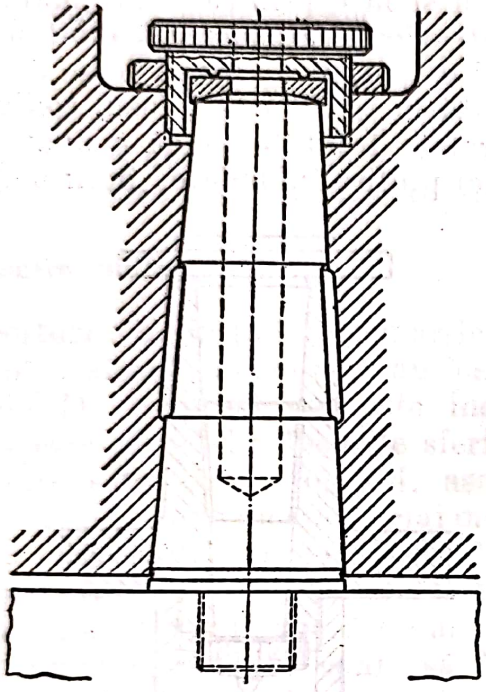


Fig. 3.4.122.
Fus cu cep filetat și contrapiuliță

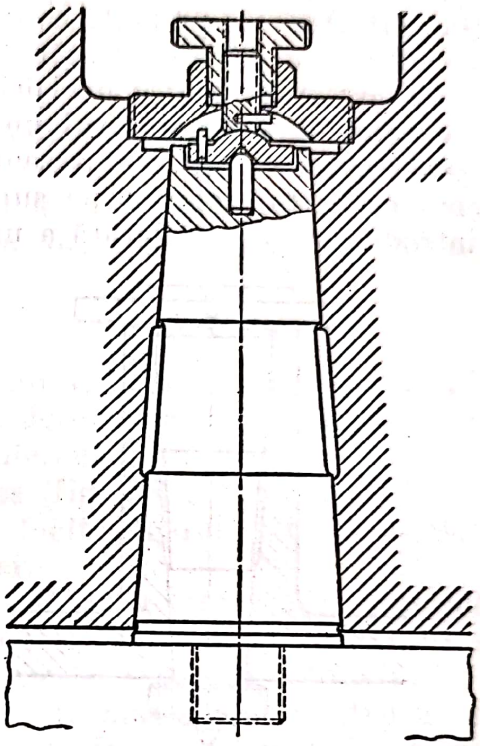


Fig. 3.4.123.
Mecanism cu șurub diferențial

între piesele străbătute de curent electric sau cînd este nevoie de o etanșare, de exemplu la arborele cotit reprezentat în fig. 3.4.124 și 3.4.125, care trebuie trecut prin peretele unei carcase turnate, asigurîndu-se etanșarea împotriva apei sub presiune. Aici etanșarea este asigurată prin forța axială exercitată de arcul de presiune. Știftul cilindric de la capătul fusului (fig. 3.4.124) este introdus liber și este ținut în poziție fiind asigurat prin formă, datorită șaibei tronconice, și prin forță, datorită arcului.

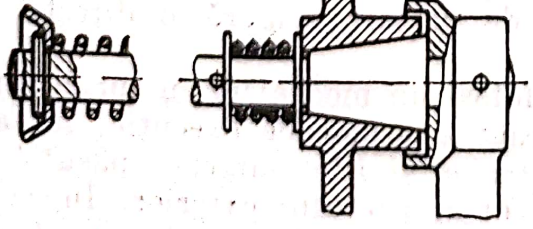


Fig. 3.4.124. Fig. 3.4.125.
Lagăr cu fus conic fără joc, cu arc cilindric

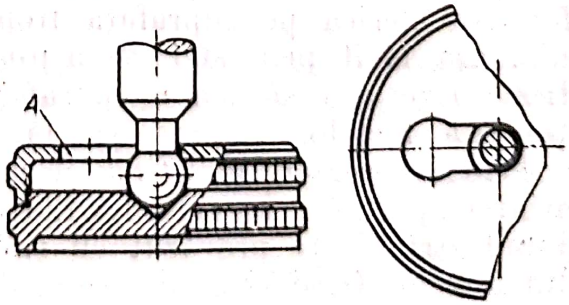


Fig. 3.4.126. Fig. 3.4.127.
Lagăr cu fus sferic la un șurub de reglare cu piuliță de asigurare

La șuruburile de la picioarele stativelor și de la altele similare apar abateri unghiulare mai mari, așa încît șurubul de reglare trebuie prevăzut cu o sferă strunjită (fig. 3.4.126 și 3.4.127). În fig. 3.4.126 se arată un lagăr închis compus din două părți. La acesta capacul de siguranță este îmbinat prin înșurubare pe talerul șurubului de reglare, după introducerea fusului sferic prin gaura *A* (fig. 3.4.127).

3.4.4.2. Rezemări bilaterale

Rezemările bilaterale cu suprafețe de lagăr conice se execută cu lagăre cu fus conic sau sferic. Fusurile conice, respectiv sferice, pot fi amplasate pe arbore (fig. 3.4.130 și 3.4.131) sau pe șuruburile care formează lagăre (fig. 3.4.133 și 3.4.134). Folosirea fusurilor sferice (fig. 3.4.131 și 3.4.134) prezintă avantajul că deplasările mici laterale nu pot provoca blocări în lagăr; aproximativ același lucru se obține, cu cheltuieli mai mici, și la lagărele cu fus conic, dacă suprafețele de lagăr sînt executate destul de înguste. Pentru reglarea jocului axial al arborelui trebuie prevăzute lagăre

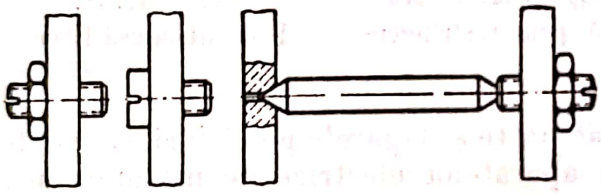


Fig. 3.4.128. Fig. 3.4.129. Rezemări bilaterale cu fus conic

Fig. 3.4.130.

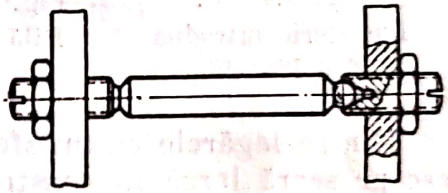


Fig. 3.4.131. Rezemări bilaterale cu fus sferic

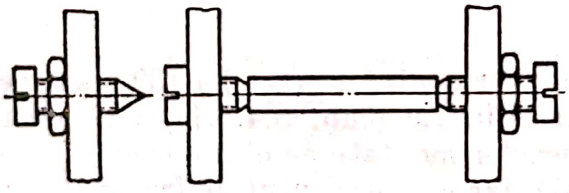


Fig. 3.4.132. Rezemări bilaterale cu fus conic

Fig. 3.4.133.

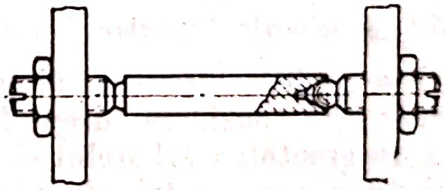


Fig. 3.4.134. Rezemări bilaterale cu fus sferic

în formă de șurub (fig. 3.4.128 și 3.4.132). În orice caz, spre deosebire de rezemările pe vîrfuri (cap. 3.4.5), vîrful conului trebuie să se rotească liber într-o gaură cilindrică (fig. 3.4.130).

3.4.5. Rezemări pe vîrfuri

Lagărele cu suprafața de lagăr sferică se execută ca lagăre axiale, totdeauna cu fus sferic, raza de curbură R a suprafeței lagărului fiind de regulă considerabil mai mare decît raza r a fusului (fig. 3.4.135). În acest fel, contactul are loc numai pe o suprafață foarte mică în jurul axei geometrice, așa încît brațul forței de frecare provocată de presiunea axială este foarte mic, producînd deci un moment de frecare redus. Asemenea lagăre cu fus sferic se folosesc pe scară largă ca crapodine la contoarele electrice.

În fig. 3.4.135 se arată fixarea fusului sferic printr-un ajustaj cu strîngere. În locul acestuia se poate folosi o bilă din oţel, care este introdusă prin presare într-o gaură (fig. 3.4.136), unde se fixează prin răsfrîngerea marginii. În fig. 3.4.137 se arată o construcţie cu o adîncire conică a arborelui din oţel, sfera fiind asigurată împotriva ieşirii prin magnetizare. O construcţie asemănătoare poate servi şi pentru descărcarea axială a unui arbore, de exemplu conform fig. 3.4.138.

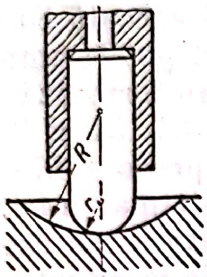


Fig. 3.4.135.
Fus sferic introdus prin presare

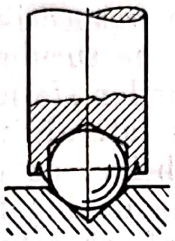


Fig. 3.4.136.
Bilă fixată prin răsfrîngere

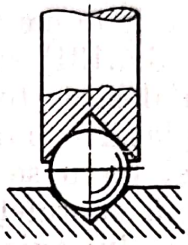


Fig. 3.4.137.

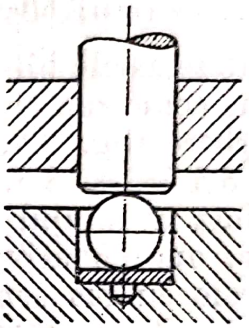


Fig. 3.4.138.
Bilă introdusă liber

Dintre lagărele cu fus sferic fac parte şi lagărele pe vîrfuri, care se folosesc pe scară largă în construcţia aparatelor electrice de măsurat, atunci cînd se urmăreşte, la solicitări nu prea mari, o reducere considerabilă a frecării. Din cauza importanţei lor, relativ mare, lagărele pe vîrfuri vor fi tratate mai pe larg.

3.4.5.1. Solicitările lagărelor

Fie un lagăr transversal ca cel reprezentat în fig. 3.4.139, care pentru început este considerat drept lagăr cilindric (cap. 3.4.3.1) şi G presiunea dată de greutatea arborelui şi a pieselor montate pe el (de exemplu piesele unui dispozitiv electric de măsurat), iar μ coeficientul de frecare. Frecarea este în acest caz

$$R = \mu G.$$

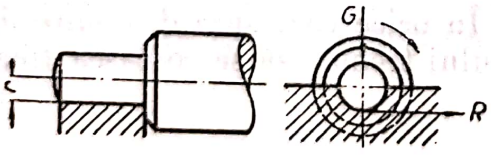


Fig. 3.4.139.
Solicitările lagărului cu fus cilindric

Momentul de răsucire produs, la o rază r a fusului, are mărimea

$$M_R = Rr = G\mu r,$$

de unde rezultă

$$r = \frac{M_R}{G\mu}.$$

Dacă M este momentul forţelor de acţionare a instrumentului, mărimea erorii datorită frecării unui instrument de măsurat este funcţie de raportul de calitate al frecării.

$$G_R = \frac{M_R}{M}.$$

În ceea ce privește siguranța de transport, respectiv insensibilitatea la mînuiri neatente în timpul folosirii, intră în considerație raportul de calitate al transportului

$$G_T = \frac{M}{G}.$$

Conform propunerii lui Keinath se consideră, mai ales la instrumente electrice de măsurat, drept factor al calității mecanice, raportul

$$\gamma = \frac{10\,M}{G^{1,5}},$$

în care M este momentul de acționare pentru o deviere la 90°, în gf · cm.

Dacă se introduc valorile

$$M_R = G_R \cdot M \quad \text{și} \quad G = \frac{M}{G_T},$$

se obține

$$r = \frac{M_R}{G\mu} = \frac{G_R M G_T}{M\mu} = \frac{G_R G_T}{\mu}.$$

La asemenea instrumente de măsurat, în cazul poziției orizontale a axei, raportul de calitate al transportului G_T se situează între 0,15 și 0,08. Raportul de calitate al frecării G_R rezultă, de la caz la caz, din următorul raționament: dacă eroarea de citire provocată de frecare trebuie să comporte la un asemenea instrument de măsurat de exemplu maximum 0,4 mm la o lungime de scală de 160 mm, atunci, cu condiția ca deviațiile (arătătorului) să fie proporționale cu momentele de acțiune, raportul de calitate al frecării este

$$G_R = \frac{0,4}{160} = 0,0025.$$

Coeficientul de frecare pentru lagăre din piatră poate fi considerat $\mu = 0,1$. Pentru $G_R = 0,0025$, $G_T = 0,1$ și $\mu = 0,1$ rezultă deci

$$r = \frac{G_R G_T}{\mu} = \frac{0,0025 \cdot 0,1}{0,1} = 0,0025 \text{ cm} = 0,025 \text{ mm}.$$

Se vede din acest exemplu, că este imposibil să se execute asemenea instrumente de măsurat cu lagăre cu fusuri cilindrice.

La lagărele pe vîrfuri pentru poziția orizontală a axei se ia în considerare, în ce privește efectul frecării, situația reprezentată schematic în fig. 3.4.140 și 3.4.141. Datorită jocului axial s (fig. 3.4.140), axa coboară cu distanța S, astfel încît contactul se realizează în punctul D, care nu este așezat pe axă, ci depărtat de aceasta cu distanța r. În consecință forța de

Scanned with OKEN Scanner

frecare R se aplică la braţul r şi se obţine un moment $M_R = Rr$. Trebuie însă avut în vedere că, exact ca şi la lagărele cu fus sferic, presiunea normală care provoacă frecare este

$$N = \frac{G}{\sin \alpha}.$$

Deoarece $\alpha = r/r_1$, după cum rezultă din triunghiul FED, se obţine:

$$N = G\,\frac{r_1}{r} \quad \text{şi} \quad R = N\mu = G\mu\,\frac{r_1}{r},$$

deci

$$M_R = Rr = G\mu\, r_1.$$

De aici rezultă că momentul frecării este independent de raza de rotunjire a pietrei de lagăr şi, de asemenea, de mărimea jocului axial. Frecarea

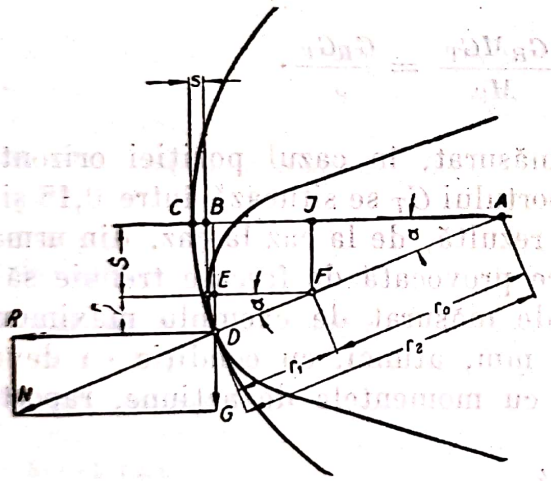


Fig. 3.4.140.

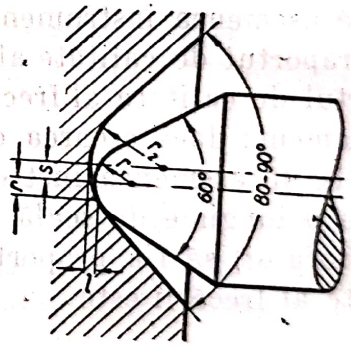


Fig. 3.4.141.

Lagăr pe vîrfuri cu axa orizontală

lucrează ca şi cînd fusul ar fi cilindric şi ar avea o rază r_1. Se pot obţine deci aceleaşi rapoarte, ca cele adoptate pentru exemplul precedent, dacă se foloseşte un vîrf cu raza de rotunjire $r_1 = 0{,}025$ mm.

3.4.5.2. Materiale

Cu toată încărcarea în general foarte redusă a lagărului, la asemenea vîrfuri fine solicitarea materialului este de obicei atît de ridicată, încît ambele piese trebuie executate din materiale deosebit de dure. Pentru vîrfuri, se foloseşte oţel călit, iar pentru lagăre, aliaje metalice dure, îndeosebi bronz, sau pietre ca: rubinul, safirul, iar pentru scopuri inferioare, agatul.

3.4.5.2. Calculul lagărelor

Solicitarea maximă a materialului se poate calcula cu următoarea formulă, valabilă pentru presiunea unei bile cu raza r_1 pe o suprafață plană:

$$\sigma^3 = \frac{0{,}235\,N}{r_1^2\,(\alpha_1 + \alpha_2)^2},$$

în care $\alpha_1 = \frac{1}{E_1}$ și $\alpha_2 = \frac{1}{E_2}$, E_1, respectiv E_2, fiind modulele de elasticitate ale materialului din care este executată sfera, respectiv placa. În cazul de față trebuie introdus $N = G/\sin\alpha$. Din triunghiul AFJ (fig. 3.4.140) rezultă însă

$$\sin\alpha = \frac{S}{r_0}, \quad \text{deci} \quad N = \frac{Gr_0}{S},$$

în care $r_0 = r_2 - r_1$. Dacă acestea se introduc în ecuația de mai sus se obține

$$\sigma^3 = \frac{0{,}235\,Gr_0}{r_1^2\,(\alpha_1 + \alpha_2)^2\,S}.$$

Din fig. 3.4.140 rezultă pe de altă parte relația

$$S = \sqrt{s\,(2r_0 - s)}.$$

Aplicarea acestei formule se va arăta printr-un exemplu: greutatea dispozitivului mobil de măsurare a unui instrument electric de măsurat de la tabloul de conexiune cu axă orizontală este de 2,8 g, momentul M la deviere completă a acului este 0,4 gf · cm. Raza vîrfului se presupune $r_1 = 0{,}025$ mm, iar raza adîncirii (în safir) $r_2 = 0{,}1$ mm. Se cer coborîrea S a axei la un joc de 0,06 mm, solicitarea vîrfurilor și raportul de calitate cu privire la frecare.

Se dau deci: $G = 0{,}0028$ kg; $M = 0{,}0004$ kgf · cm; $r_1 = 0{,}0025$ cm; $r_2 = 0{,}01$ cm; $s = 0{,}003$ cm.

Se presupune că greutatea totală a dispozitivului de măsurare se repartizează uniform pe ambele vîrfuri, așa încît fiecare vîrf este solicitat cu jumătate din greutatea totală.

Deci

$$\text{pentru oțel } \alpha_1 = \frac{1}{E_1} = \frac{1}{2\,200\,000} = 4{,}55 \cdot 10^{-7},$$

$$\text{pentru safir } \alpha_2 = \frac{1}{E_2} = \frac{1}{4\,500\,000} = 2{,}2 \cdot 10^{-7},$$

$$S = \sqrt{s\,(2r_0 - s)} = 0{,}006 \text{ cm} = 0{,}06 \text{ mm},$$

$$\sigma^3 = \frac{0{,}235\,G\,r_0}{r_1^2\,(\alpha_1 + \alpha_2)^2\,S} = 1{,}43 \cdot 10^{14},$$

$$\sigma = \sqrt[3]{1{,}43 \cdot 10^{14}} = 52\,200 \text{ kgf/cm}^2.$$

Scanned with OKEN Scanner

La o solicitare atît de ridicată a suprafeței care, considerînd și loviturile la transportare și altele, care măresc încărcarea, depășește aparent cu mult limita admisibilă, trebuie avut în vedere că la locul de contact se va produce o oarecare aplatisare, prin care solicitarea specifică se va reduce de la sine pînă la un anumit grad. La o solicitare și mai mare, vîrful va fi mult deformat, prin refulare și astfel frecarea va fi considerabil mărită. Raza vîrfului trebuie de aceea aleasă totdeauna atît de mare, cît este admisibil avîndu-se în vedere eroarea dată de frecare.

Deoarece

$$M_R = G\,\mu\,r_1 = 0{,}0028 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}0025 = 7 \cdot 10^{-7}\ \text{kgf} \cdot \text{cm},$$

$$G_R = \frac{M_R}{M} = \frac{7 \cdot 10^{-7}}{0{,}0004} = 0{,}00175\ \text{kg},$$

eroarea de frecare va comporta 0,175% din lungimea scalei.

Situația se schimbă într-o oarecare măsură la poziția verticală a axului (fig. 3.4.142). În acest caz, lagărul inferior servește mai ales drept crapodină, iar frecarea va fi deosebit de mică, deoarece axele pietrei și ale vîrfului vor coincide aproape, iar axa cercului de contact va fi foarte mică. Lagărul superior însă se comportă în ce privește frecarea ca și în cazul poziției orizontale a axei. Trebuie avut în vedere că vîrful superior se așază din cauza jocului axial cu o înclinație pe gaura din piatră, cum se arată

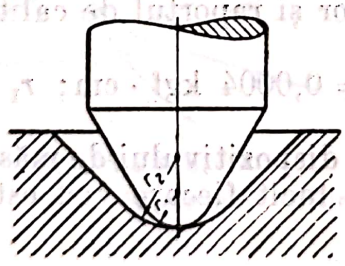


Fig. 3.4.142.

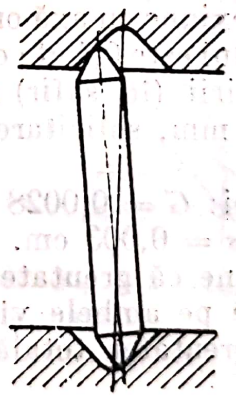


Fig. 3.4.143.

Rezemări pe vîrfuri la poziția verticală a axelor

schematic în fig. 3.4.143. Din această cauză mărimea frecării depinde în primul rînd de forța cu care vîrful superior este împins spre peretele pietrei de lagăr. Valoarea acestei presiuni și deci a frecării devin minime cînd linia de legătură între centrele pietrelor este exact verticală, vîrful are cît mai puțin joc, iar dispozitivul de măsurare este cît mai bine echilibrat. În afară de aceasta, frecarea este mărită în proporție redusă dacă vîrful inferior se deplasează puțin lateral și deci punctul de contact nu mai corespunde exact cu axa geometrică a vîrfului, cum se arată exagerat în fig. 3.4.143.

Scanned with OKEN Scanner

3.4.5.4. Folosirea lagărelor pe vîrfuri

Cea mai mică frecare o au rezemările pe vîrfuri unilaterale, care se pot folosi în unele cazuri la poziția verticală a axei. Astfel în fig. 3.4.144 se arată rezemarea pe un singur vîrf pentru un ac magnetic. Asemenea execuții

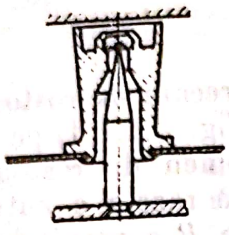


Fig. 3.4.144.
Rezemare unilaterală pe vîrf a unui ac de magnet

Fig. 3.4.145. Fig. 3.4.146.
Lagăre șurub ca lagăre pe vîrf

comportă însă dispozitive de siguranță speciale pentru transport (v. fig. 8.6.17).

Pentru reglarea jocului axial la rezemările pe vîrf bilateral se folosesc de obicei lagăre șurub, și anume șuruburi din bronz care au imprimat un

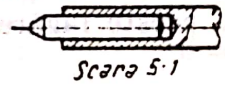


Fig. 3.4.147.

Fig. 3.4.148.

Fig. 3.4.149.
Fixarea vîrfurilor de lagăr

con interior (fig. 3.4.145) sau șuruburi din alamă în care este încastrată o piatră de lagăr (fig. 3.4.146). Prin folosirea lagărelor șurub se realizează în același timp o ușoară interschimbabilitate.

Adeseori vîrfurile nu se strunjesc direct din arbore, ci din știfturi separate de sîrmă, care se introduc prin presare în bare rotunde sau într-o țeavă (fig. 3.4.147 și 3.4.148). Dacă vîrfurile trebuie să poată fi schimbate cu ușurință, acestea pot fi prevăzute și cu filet fin și înșurubate într-o țeavă (fig. 3.4.149).

La aparatele electrice de măsurat cu bobină rotativă, „rama" prevăzută cu înfășurarea servește în general ca suport pentru vîrfurile de lagăr montate în port-vîrfuri speciale. În fig. 3.4.150 se arată o asemenea construcție, la care un vîrf de lagăr ca cel

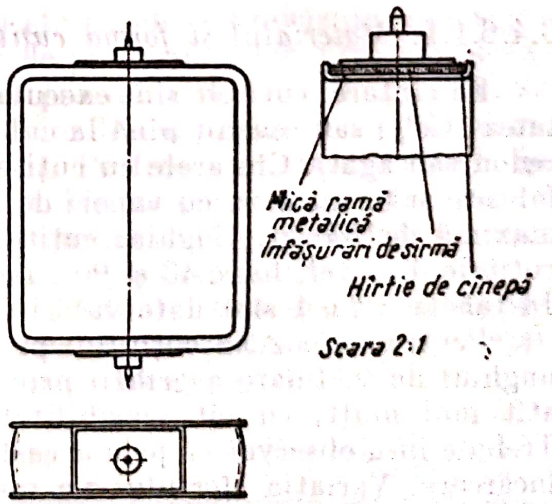


Fig. 3.4.150.
Bobină rotativă a unui dispozitiv electric de măsurat cu suporturi de vîrfuri fixate prin încleiere

reprezentat în fig. 3.4.148 este montat în port-vîrful presat din aluminiu, iar acesta este încleiat pe înfășurarea de sîrmă cu intercalarea unui strat subțire de hîrtie. La solicitări mai mari, de exemplu la aparate de măsurat înregistratoare, îmbinarea prin încleiere trebuie să mai fie și asigurată prin alte mijloace (de exemplu o îmbinare prin îndoire de urechi).

3.4.6. Lagăre pe cuțite

Lagărele pe cuțite fac parte din lagărele cu frecare de rostogolire, în măsura în care mișcarea pendulară a unui cuțit S (fig. 3.4.151) pe o perniță A reprezintă un fenomen de rostogolire. Cu cît este însă mai mică raza r a cuțitului, cu cît este mai mare raza R a perniței și cu cît este mai mic unghiul de oscilare al cuțitului pe perniță, cu atît se apropie mișcarea mai mult de mișcarea de rotire pură.

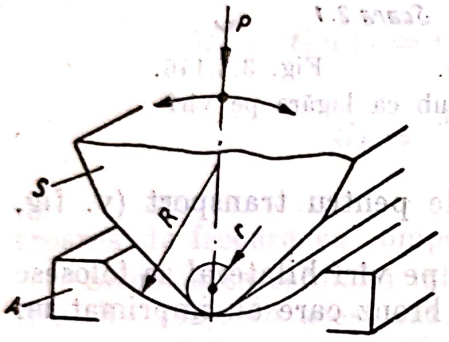


Fig. 3.4.151.
Lagăr pe cuțit

Totuși, lagărele pe cuțite se numără printre lagărele de alunecare, deoarece adeseori, datorită presiunii P date de greutate sau chiar de un arc, cuțitul va aluneca înspre punctul cel mai adînc al perniței. Această forță P este în orice caz necesară, pentru a asigura poziția cuțitului pe perniță la aceste lagăre deschise.

3.4.6.1. Lagăre de cîntare

Lagărele pe cuțite sînt folosite în construcțiile de cîntare îndeosebi pentru rezemarea grinzii principale a cîntarului, care poartă pe ea cuțitul central și cele două cuțite de capăt, precum și a platourilor de cîntar cu pernițele de capăt. Cu privire la celelalte detalii constructive ale cîntarelor de precizie trebuie consultată bibliografia.

3.4.6.1.1. *Materialul și forma cuțitelor*

La cîntare, cuțitele sînt executate de obicei din oțel carbon, călit la duritatea sticlei sau revenit pînă la culoarea galben deschis, sau din piatră (calcedon sau agat). Cîntarele cu cuțite din piatră prezintă avantajul că pot fi folosite și în încăperi cu vapori de acizi, totuși ele suportă numai încărcare maximă de 200 gf. Unghiul cuțitului oscilează, în funcție de presiune, la cuțitele din oțel, între 45 și 90°, iar la cuțitele din piatră, între 90 și 120°. În tabela 3.4.6.1 sînt date valori pentru lungimea cuțitului.

Pentru ca poziția cuțitului pe perniță să fie cît mai independentă de unghiul de înclinare a grinzii principale a cîntarului, cuțitul se ascute cu atît mai mult, cu cît sensibilitatea cîntarului trebuie să fie mai mare. Trebuie însă observat că prin aceasta se reduce corespunzător capacitatea de încărcare. Variația efortului σ a materialului în funcție de încărcare și de dimensiunile cuțitului rezultă din următoarea formulă:

$$\sigma^2 = 0{,}175 \frac{PE}{lr}$$

Tabela 3.4.6.1

Indicații asupra lungimii cuțitului la cîntarele de precizie

Cuțite din oțel			Cuțite din calcedon		
Încărcarea, kg	Lungimea, mm		Încărcarea, kg	Lungimea, mm	
	Cuțitul central	Cuțitul de capăt		Cuțitul central	Cuțitul de capăt
5	86	30	0,2	42,5	21
1	36	30	0,1	15	7,5
0,2	26	12			
0,02	17,5	7,5			
0,001	10,5	6			

în care P este încărcarea în kgf; E — modulul de elasticitate al materialului din care este executat cuțitul, în kgf/cm²; l — lungimea cuțitului, în cm; iar r — raza muchiei, în cm (v. și fig. 3.4.158 — 3.4.160).

La un cîntar cu încărcarea de 5 kgf, lungimea cuțitului de 35 mm și raza cuțitului din oțel de 0,005 mm va rezulta de exemplu

$$\sigma^2 = 0{,}175\ \frac{5 \cdot 2\,200\,000}{3{,}5 \cdot 0{,}0005} = 1{,}1 \cdot 10^9,$$

$$\sigma = \sqrt{1{,}1 \cdot 10^9} = 33\,000\ \text{kgf/cm}^2.$$

La cîntarele mai robuste, în folosirea normală lagărele stau sub influența gravității, așa încît pentru cîntarele așezate într-o poziție fixă nu sînt necesare dispozitive speciale pentru fixarea lagărelor. Cîntarele de mai mare precizie se prevăd cu un dispozitiv de blocare, prin care, în timpul cînd cîntarul nu este folosit, cuțitele și pernițele sînt separate una de alta, iar piesele componente mobile sînt fixate în această poziție. La cîntarele portabile (cîntare de scrisori, cîntare de menaj etc.) trebuie prevăzute însă siguranțe adecvate împotriva căderii cuțitelor de pe lagărele lor. Cuțitele, deoarece ele sînt cele care determină lungimea precisă a brațelor de pîrghie, se amplasează totdeauna pe pîrghiile sau pe grinzile cîntarului, pernițele, dimpotrivă, se fixează pe rame sau pe brățări. Pe fețele frontale, cuțitele se teșesc de obicei astfel, încît contactul cu „tabla de oprire", care trebuie să împiedice o deplasare axială a cuțitului pe perniță, să se facă într-un singur punct, care se găsește în axa de rotire a cuțitului, pentru ca momentul de frecare să fie aproape egal cu zero (fig. 3.4.152). Dacă există un dispozitiv de blocare, nu este totdeauna necesar să se prevadă table de oprire și să se teșească fețele frontale ale cuțitelor (fig. 3.4.156 și 3.4.157).

3.4.6.1.2. *Fixarea cuțitelor*

Cuțitele din oțel sînt de obicei presate într-un canal prelucrat corespunzător (fig. 3.4.152), în care cuțitul este în formă de prismă triunghiulară, așa cum se folosesc de obicei la cîntarele mai precise. Pentru execuțiile mai robuste, intră în considerație și așa numita formă de pară (fig. 3.4.153).

Ea este preferată mai ales atunci cînd cuțitul nu trebuie presat într-un canal deschis ca în fig. 3.4.152, ci într-o gaură închisă, deoarece în acest caz se poate executa o gaură cilindrică, care este prelucrată ulterior în mod corespunzător. În locul profilului în formă de pară, se poate folosi pentru cîrlige din sîrmă oțelul pătrat obișnuit (fig. 3.4.153). Uneori, cuțitele sînt concepute și astfel, încît să poată fi fixate prin șuruburi (fig. 3.4.153).

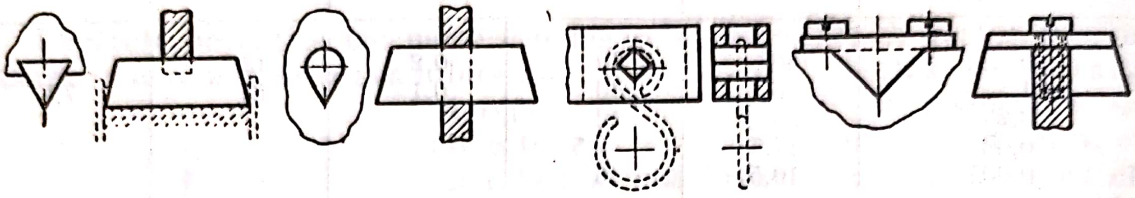


Fig. 3.4.152. Cuțit triunghiular

Fig. 3.4.153. Cuțit în formă de pară

Fig. 3.4.154. Cuțit pătrat

Fig. 3.4.155. Cuțit cu urechi

Cuțitele din piatră se fixează uneori prin șuruburi, deoarece în cele mai multe cazuri ele sînt reglabile pentru ca la cîntarele de precizie poziția cuțitelor să poată fi ajustată precis. Această soluție se aplică mai ales la cuțitele de capăt ale grinzii principale a cîntarului, în timp ce cuțitul central

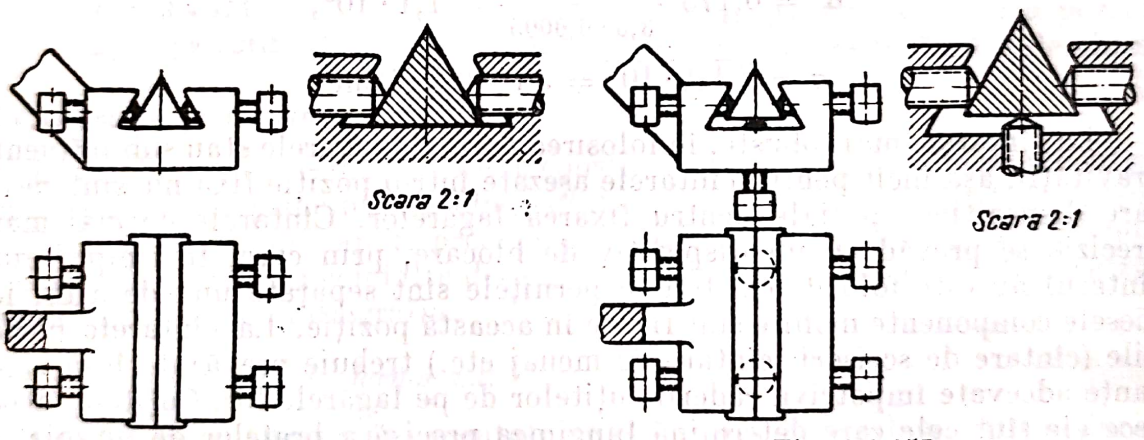


Fig. 3.4.156. Cuțite reglabile

Fig. 3.4.157.

este de obicei fixat imobil. Asemenea construcții de cuțite reglabile sînt arătate în fig. 3.4.156 și 3.4.157. Prima execuție nu permite decît o deplasare în direcție orizontală, în timp la construcția din fig. 3.4.157 cuțitul poate fi deplasat în orice direcție. Cuțitele se montează cu joc în canalele corespunzătoare ale suportului și sînt blocate prin șuruburile de reglaj.

3.4.6.1.3. *Materialul și forma pernițelor*

Pernițele au de obicei, ca și cuțitele, o secțiune prismatică (fig. 3.4.161 și 3.4.162). Partea activă a suprafeței de așezare este reprezentată în fig. 3.4.158. Suprafețele de așezare cilindrice (fig. 3.4.159) se pot rectifica cu mai multă precizie. Pentru cîntare foarte precise se folosesc și suprafețe de așezare plane

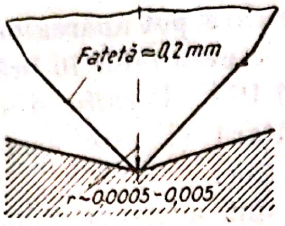


Fig. 3.4.158.
Perniță prismatică

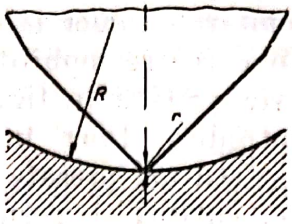


Fig. 3.4.159.
Perniță cilindrică

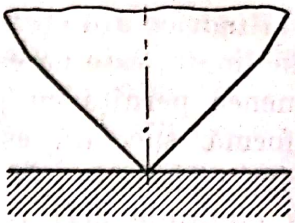


Fig. 3.4.160.
Perniță plană

(fig. 3.4.160), totuși acestea necesită dispozitive speciale pentru asigurarea poziției cuțitelor. Ca material se folosește oțel carbon călit la duritatea sticlei sau, ca și la cuțite, anumite pietre. În orice caz este recomandabil ca pentru pernițe să se folosească un material mai dur decît pentru cuțite.

3.4.6.1.4. *Fixarea pernițelor*

Pernițele se presează deseori în suport. Ele au de preferință forma trapezoidală (fig. 3.4.161). Dacă pernițele se înșurubează, se folosește mai bine forma cu flanșă (fig. 3.4.162).

Pernițele din piatră, îndeosebi pernițele plane (fig. 3.4.160) se deformează ușor prin presare sau blocare. De aceea se preferă introducerea lor liberă în suport, după care sînt fixate prin încleiere cu soluție de șelac. Adeseori, construcția grinzii cîntarului impune folosirea unor pernițe divizate (fig. 3.4.162). În acest caz corespondența exactă a poziției celor două pernițe nu se poate realiza decît prin rectificarea comună, după fixarea pe suportul comun de lagăr.

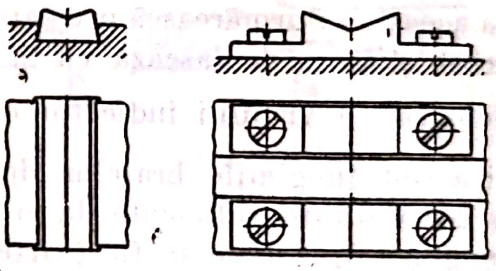


Fig. 3.4.161. Fig. 3.4.162.
Sisteme de fixare a pernițelor

O execuție deosebit de simplă, care se folosește ca lagăr pentru grinda principală a cîntarelor pentru scrisori, este arătată în fig. 3.4.165. Aici pernița divizată este formată prin introducerea prin presare a două

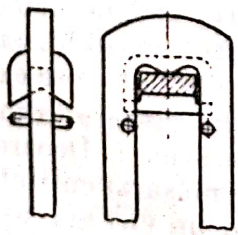


Fig. 3.4.163.
Perniță furculiță

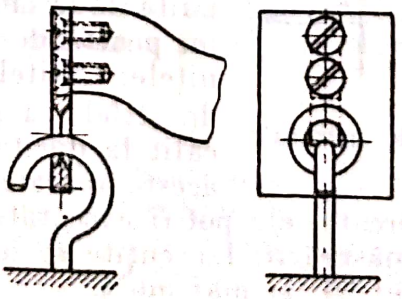


Fig. 3.4.164.
Perniță cu gaură

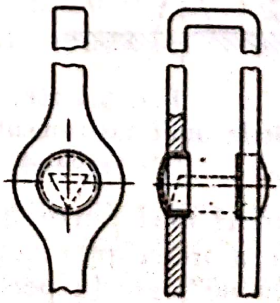


Fig. 3.4.165.
Perniță inelară

bucşe cilindrice din oţel. La cîntarele comerciale, la care pot apărea poziţii mult înclinate, este necesară o oarecare mobilitate a perniţelor în brăţări. O asemenea perniţă cu joc este arătată în fig. 3.4.163. Perniţa din oţel de o formă specială este introdusă liber în brăţară şi este asigurată împotriva căderii în afară prin ştifturi presate ulterior.

La cîntarele mai robuste, cuţitul şi perniţa sînt adeseori înlocuite, din motive de ieftinire a execuţiei, printr-un inel şi un cîrlig. Pentru a micşora frecarea şi a obţine o poziţie cît mai precisă posibil a cuţitului, inelul poate căpăta, prin teşirea pe ambele feţe, forma unui cuţit inelar (fig. 3.4.164).

3.4.6.2. Lagăre pentru aparatele de măsurat

La aparatele de măsurat, care sînt utilizate pentru măsurarea abaterilor de lungime de la dimensiunea nominală a pieselor, se folosesc de obicei lagăre pe cuţite. Principiul de măsurare la asemenea aparate este arătat schematic în fig. 3.4.166. O pîrghie LZ, al cărei vîrf Z oscilează în faţa unei scale gradate, este rezemată în A, în timp ce în punctul T este încărcată prin presiunea unui ştift palpator. Printr-un arc legat de pîrghie se obţine ca aceasta să urmărească permanent orice mişcare a ştiftului palpator. Dacă acest ştift se deplasează cu o mică distanţă s, aceasta corespunde unei deplasări a vîrfului indicator cu distanţa S, şi se obţine $S = \frac{a}{b}\, s$, dacă b şi a sînt lungimile braţelor de pîrghie corespunzătoare. Pentru a obţine o sensibilitate suficientă la o anumită lungime a braţului cu indicator, lungimea a trebuie să fie foarte mică, adică cele două puncte de lagăr A şi T trebuie să fie amplasate foarte aproape unul de altul, iar distanţa nu trebuie să poată varia prin jocul în lagăre, ceea ce se poate realiza bineînţeles mai uşor cu lagăre pe cuţite decît prin lagăre pe fusuri. Punctele de rezemare în lagăre sînt depărtate cu mai puţin decît 1 mm unul de altul.

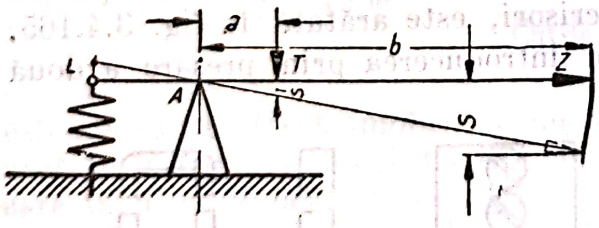


Fig. 3.4.166.
Solicitările unui instrument de măsurat cu palpator

Avantajele frecării reduse şi a rezemării fără joc în lagăre se confirmă şi aci la fel ca şi la cîntare.

Spre deosebire de construcţia obişnuită de la cîntare, grinda principală nu poartă de obicei cuţitele, ci perniţele. Cuţitele şi perniţele se execută de altfel, ca şi la cîntare, din oţel călit la duritatea sticlei. Deoarece la aceste aparate de măsurat cuţitele sînt în general mai puţin încărcate, ele pot fi executate cu un vîrf mai ascuţit, pentru a mări precizia măsurării. La cuţite se întîlnesc unghiuri de 30° pînă la 60°, iar la perniţe, 90° şi mai mult.

În exemplele reprezentate în fig. 3.4.167—3.4.169 se arată forma şi dispoziţia lagărelor pe cuţit la unele din cele mai cunoscute instrumente de

Scanned with OKEN Scanner

măsurat de acest tip. Este important, în special ca distanţa a (fig. 3.4.166) dintre cele două cuţite să fie menţinută destul de mică, fără ca rezistenţa şi precizia de măsurare a întregii construcţii să sufere prin aceasta.

La aparatul reprezentat în fig. 3.4.167, această problemă este rezolvată prin executarea „grinzii cîntarului" din două părţi A şi B. Partea A poartă acul indicator şi perniţele pentru cuţitul dublu, în timp ce prisma B, deplasabilă în piesa A în formă de U, este prevăzută cu o adîncime în formă de perniţă, pe care se aşază cuţitul dublu, care se reazemă pe de altă parte pe contralagărul fix. Pentru a putea modifica distanţa a, prisma B este reglabilă în piesa A prin şuruburi.

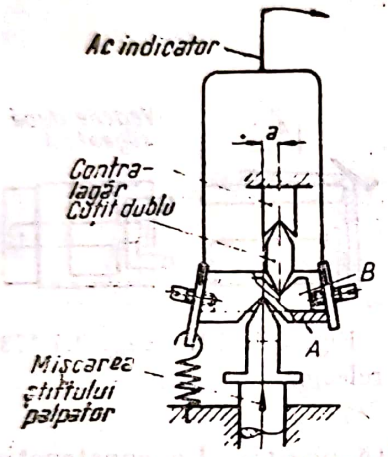


Fig. 3.4.167.
Cuţit dublu

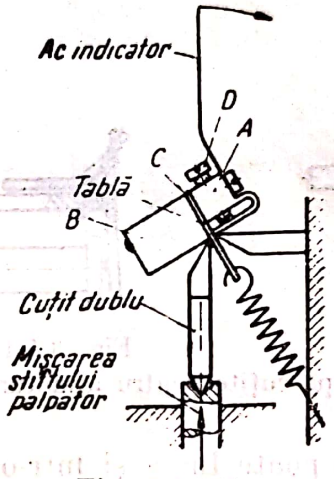


Fig. 3.4.168.
Cuţite ascuţite

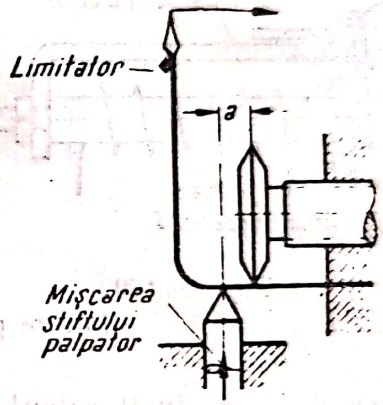


Fig. 3.4.169.
Cuţit inelar

La micropalpatorul prezentat schematic în fig. 3.4.168, perniţele sînt realizate de colţurile formate între tabla C şi prismele A şi B. Distanţa dintre cuţite depinde de grosimea tablei introduse între ele. În afară de aceasta sînt originale amplasarea arcului de întindere şi reglarea ori îndoirea urechii elastice cu ajutorul şurubului D.

De o simplitate remarcabilă este construcţia aparatului reprezentat schematic în fig. 3.4.169. Cuţitul fix este executat în formă de inel şi poate fi reglat printr-un filet fin, pentru a varia distanţa a. Nu sînt prevăzute perniţe speciale. Cuţitul şi ştiftul palpator se reazemă direct pe acul indicator executat în formă de arc lamelar. Această construcţie comportă însă o execuţie extrem de precisă a şurubului cu cuţit inelar.

3.4.6.3. Lagăre pentru relee

Dacă există numai o mică mişcare unghiulară şi se cere atît o frecare redusă în lagăr cît şi un contact magnetic cît mai bun între armătură şi corpul magnetului, de exemplu la releele de curent slab pentru telecomunicaţii, se aşază pe lagăre cu cuţite uneori şi armăturile electromagneţilor.

Cuţitele şi perniţele se prelucrează în asemenea cazuri direct din corp sau respectiv din armătură; ele sînt executate din oţel moale, ceea ce este

admisibil, deoarece solicitările sînt în general reduse. Din același motiv pot fi alese pentru cuțite unghiuri relativ ascuțite. Unghiul perniței corespunzătoare este atunci numai cu ceva mai mare decît unghiul cuțitului, corespunzător cu unghiul mic de basculare. Pentru a evita căderea armăturii în timpul transportului sau la lovituri puternice, se poate folosi un șurub (fig. 3.4.170), care intră într-o degajare corespunzătoare a corpului și care după înșurubare face imposibilă ridicarea sau deplasarea laterală a armăturii. În timpul funcționării însă, releul trebuie să fie astfel montat, încît muchia cuțitului să fie așezată orizontal. În fig. 3.4.171 se arată o construcție la care armătura este apăsată printr-un arc de presiune pe muchia

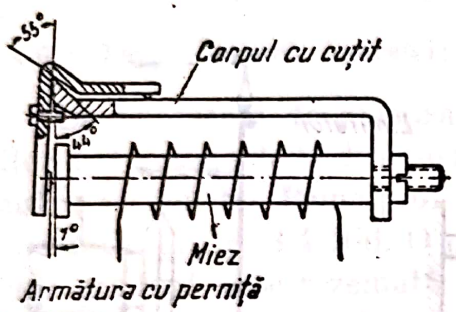


Fig. 3.4.170.

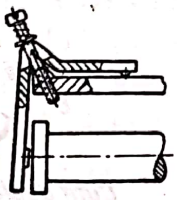


Fig. 3.4.171.

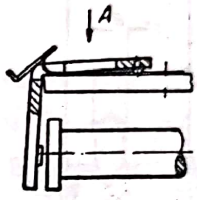


Fig. 3.4.172.

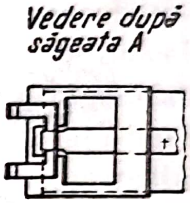


Fig. 3.4.173.

Lagăre pe cuțite pentru armăturile releelor

corpului, așa încît releul poate lucra și într-o altă poziție. La construcția din fig. 3.4.172 și 3.4.173, armătura este apăsată pe corp printr-un arc lamelar, iar corpul nu mai este ascuțit ci are o muchie de 88°.

La asemenea relee se mai folosesc și „lagăre pe cuțite" la care pernița este plană iar „cuțitul" este îndoit cu o rază mare corespunzătoare unghiu-

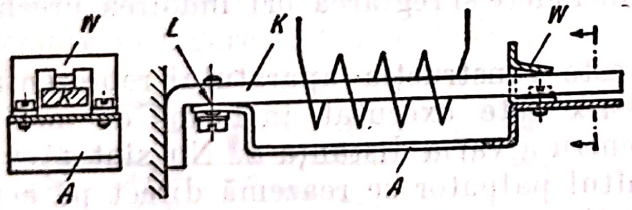


Fig. 3.4.174.

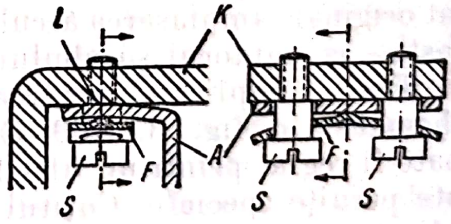


Fig. 3.4.175.

Lagăr pe cuțit la un releu plat

lui mic de deplasare. Un exemplu pentru o asemenea execuție este arătat în fig. 3.4.174 și 3.4.175. Miezul din fier lat K care poartă înfășurarea și care este îndoit la unghi drept pentru fixarea pe o suprafață verticală are două șuruburi cu tijă S pentru a ține armătura A îndoită din tablă de oțel relativ subțire. Printr-o tablă de arc F în care este imprimată o adîncitură, armătura îndoită corespunzător în dreptul lagărului L este apăsată pe pernița plană. Un colțar limitator W limitează mișcarea de basculare.

Scanned with OKEN Scanner

3.5. LAGĂRE DE ROSTOGOLIRE (RULMENȚI)

Lagărele de rostogolire (rulmenții) prezintă, față de lagărele de alunecare, avantajul unei frecări mai mici și al consumului mai redus de lubrifiant, iar față de lagărele pe vîrfuri, avantajul unei capacități superioare de încărcare. Forma cea mai simplă a unui lagăr de rostogolire este reprezentată de introducerea unor role cilindrice între fusul arborelui și alezajul lagărului. Pentru ca rolele să fie ghidate sigur și rolele învecinate să nu frece între ele, se prevăd inele de ghidare sau alte piese asemănătoare, în care rolele se reazemă pe fusuri speciale, sau, rolele fără fusuri, de forma unor cilindri netezi, sînt ținute cu asigurare prin formă într-o colivie de role. Asemenea lagăre pe role sînt standardizate ca rulmenți cu role cilindrice.

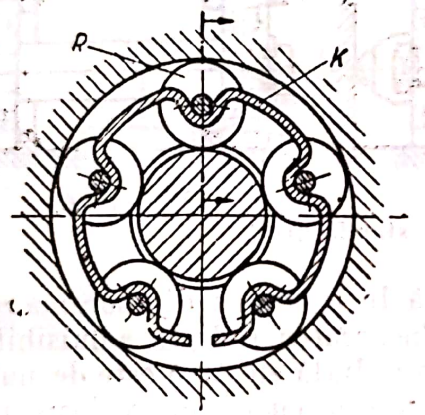


Fig. 3.5.1.

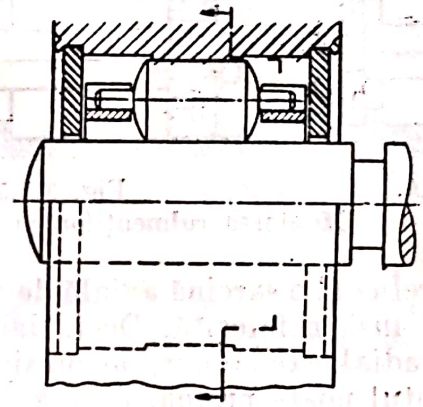


Fig. 3.5.2.

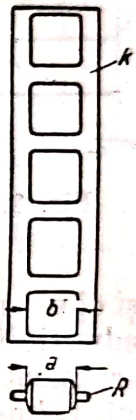


Fig. 3.5.3.

Rulment cu role în carcasa turnată sub presiune

O execuție specială a rulmenților cu role cilindrice este reprezentată de rulmenții cu ace, la care între arbore și lagăr sînt așezate un mare număr de role relativ subțiri, numite ace. Corpurile de ghidare (coliviile) împiedică o așezare oblică a acelor. Făcînd abstracție de faptul că acești rulmenți necesită mai puțin loc în comparație cu rulmenții cu role sau bile normali, avantajul lor constă în solicitarea redusă a suprafețelor de lagăr la încărcări puternice cu șocuri, fapt pentru care se folosesc în general la lagăre mari.

O execuție specială a unui rulment cu role folosit în mecanica fină este arătată în fig. 3.5.1—3.5.3. Se observă din fig. 3.5.1 și 3.5.2 că arborele este înconjurat de cinci role cilindrice R, ale căror fusuri cilindrice se reazemă în lagăre deschise. Colivia rolelor se compune dintr-o, piesă ștanțată, a cărei desfășurare este arătată, împreună cu o rolă R, în fig. 3.5.3. Piesa ștanțată K este prevăzută cu decupări de lățimea b, dimensiunea b fiind ceva mai mare decît lățimea a a rolei. Prin inele laterale de închidere se împiedică o deplasare axială a rolelor. Rulmenții cu role cilindrice pot prelua numai forțe radiale (lagăre radiale). Deoarece apar însă aproape totdeauna și solicitări axiale, sînt necesare în asemenea cazuri și lagăre axiale. Rulmenții cu bile pot fi astfel construiți, încît să preia atît forțe radiale cît și axiale, de aceea în mecanica fină ei se utilizează mai mult decît rulmenții

cu role. La execuţia lor trebuie dată atenţie preciziei ridicate şi uniformităţii elementelor componente. Din acest motiv trebuie totdeauna să se folosească rulmenţi cu bile standardizaţi.

3.5.1. Rulmenţi cu bile standardizaţi

După direcţia forţelor care acţionează în rulment, aceştia sînt împărţiţi în rulmenţi radiali, axiali şi radiali-axiali.

Din cauza sarcinii în general reduse, se folosesc în mecanica fină mai ales rulmenţii radiali cu un singur rînd de bile, de execuţie uşoară (fig. 3.5.4). Aceştia preiau în principal forţele care acţionează transversal pe axă,

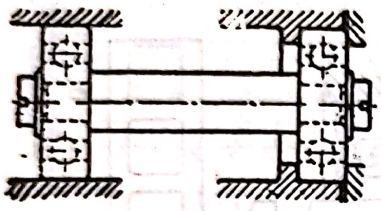


Fig. 3.5.4.

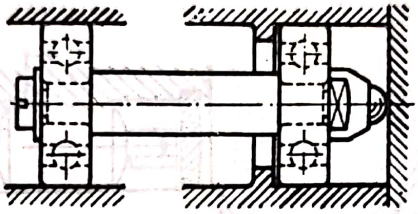


Fig. 3.5.5.

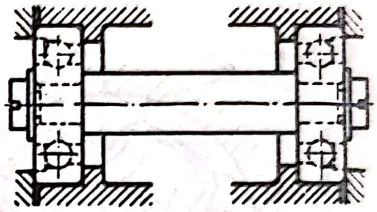


Fig. 3.5.6.

Montarea rulmenţilor cu bile standardizaţi

totuşi ei pot prelua şi o sarcină axială de pînă la o treime din sarcina radială admisibilă însă nefolosită. Deci, dacă încărcarea radială admisibilă a unui rulment radial este 50 kgf, iar presiunea radială efectivă este de numai 25 kgf, rulmentul poate prelua, dacă se calculează cu ultima valoare indicată, o presiune axială de (50—25)/3 = 8,3 kgf. În locul rulmenţilor radiali se folosesc uneori rulmenţi radiali-axiali cu bile pe un singur rînd, dacă se doreşte obţinerea unei demontări uşoare a rulmentului. La rulmenţii radiali-axiali cu bile pe un singur rînd calea de rulare din inelul exterior este executată numai dintr-o singură parte (fig. 3.5.6), aşa încît acest inel poate fi scos uşor într-o parte.

Şi la rulmenţii cu bile este necesară separarea bilelor prin inele de ghidare (colivii pentru bile), care sînt executate din tablă de oţel sau tablă de bronz fosforos. Bilele şi inelele se execută din oţel special de calitate şi sînt călite şi rectificate, bilele cu o precizie de 0,002 mm, iar inelele cu o precizie de 0,02 mm. Inelele capătă o cale de rulare în formă de canal, în care bilele trebuie să se ajusteze pe cît posibil fără joc.

Cu privire la dimensionarea, respectiv alegerea rulmenţilor cu bile, contează, aşa cum s-a menţionat (cap. 3.4.1), nu atît mărimea sarcinii normale cît execuţia corespunzătoare scopului şi solicitările care apar în timpul transportului sau la o mînuire greşită. Dacă este necesar, sarcina admisibilă pentru rulmenţii cu bile poate fi determinată din cataloagele executanţilor sau din standardele respective.

O mare importanţă are felul montării rulmenţilor pentru care se impun următoarele reguli:

Inelele interioare trebuie să fie cît mai fixe pe arbore. La inelele cu pereţi groşi, strîngerea pentru ajustajul cu strîngere poate fi aleasă mai mare decît la inelele mai subţiri, pentru a evita blocările din cauza întinderii

la montare. În general, inelele sînt asigurate separat împotriva deplăsării axiale, de exemplu printr-un șurub (fig. 3.5.4).

Inelele exterioare trebuie să fie, în general, ajustate în carcasă cu posibilitate de deplasare. O imobilizare se folosește numai în cazuri speciale, de exemplu cînd lagărul trebuie să se poată roti.

Dacă un arbore se rotește în doi sau mai mulți rulmenți radiali, atunci numai unul din aceștia poate avea inelul exterior fixat în ceea ce privește poziția axială (rulment fix). Ca rulment fix se alege de preferință cel mai puțin solicitat, în timp ce celălalt este montat cu posibilitate de deplasare (rulment liber). Dacă mai există în afară de aceasta și un rulment axial, atunci toți rulmenții radiali trebuie montați ca rulmenți liberi.

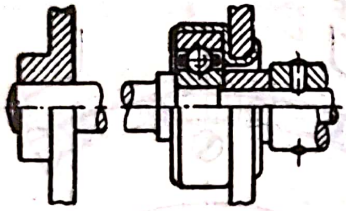


Fig. 3.5.7. Fig. 3.5.8.
Lagăr de alunecare și rulment cu bile la un inductor de magnet

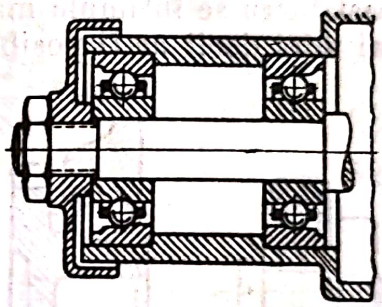


Fig. 3.5.9.
Lagăr de tahometru cu rulmenți radiali-axiali

În fig. 3.5.4 se arată schematic montarea a doi rulmenți cu bile radiali standardizați, unul ca rulment fix, iar celălalt ca rulment liber, în timp ce în construcția din fig. 3.5.5 forța axială îndreptată spre dreapta este preluată de un lagăr axial și deci trebuie montați doi rulmenți liberi. În ambele cazuri mărimea jocului este invariabilă.

La folosirea de rulmenți radiali-axiali, ambii rulmenți pot fi fixați prin inelele lor exterioare (fig. 3.5.6). Trebuie însă avut grijă ca inelele interioare să fie astfel amplasate, încît să existe suficient joc axial. În acest caz deci, mărimea jocului axial este independentă de execuția rulmenților și este dată de felul montării, care trebuie deci executată cu îngrijire mai mare, decît ar fi cazul la folosirea rulmenților cu bile radiali. În fig. 3.5.8 și 3.5.9 se arată cum se pot amplasa caracasele de lagăr, în caz că se folosesc rulmenți radiali standardizați.

La inductoarele de magneți este suficient ca lagărul încărcat mai mult de pe partea manivelei să fie executat ca lagăr cu rulment cu bile (fig. 3.5.8), iar de cealaltă parte să fie prevăzut un lagăr de alunecare (fig. 3.5.7). După cum se arată în fig. 3.5.8, inelul exterior poate fi montat într-o carcasă, care este îmbinată cu suportul de lagăr prin răsfrîngere. Dacă rulmentul trebuie să fie interschimbabil, inelul exterior poate fi ținut, de exemplu, printr-un capac ambutisat din tablă, care este fixat cu cîteva șuruburi de suportul lagărului.

La lagărul relativ puțin solicitat al unui arbore de tahometru (fig. 3.5.9) s-a renunțat la o fixare directă a inelelor exterioare, în timp ce poziția ine-

lelor interioare poate fi reglată cu ajutorul unei îmbinări cu şurub asigurată printr-o contrapiuliță.

Rulmenţii axiali cu bile standarizaţi se folosesc relativ rar în mecanica fină.

3.5.2. Rulmenţi cu bile nestandardizaţi

Execuţii speciale sînt justificate la rulmenţii cu bile numai atunci cînd folosirea lor prezintă avantaje considerabile faţă de rulmenţii cu bile normali, sau cînd din motive constructive sau din lipsă de spaţiu nu pot fi folosiţi rulmenţi normali. Dacă se folosesc la rulmenţii radiali execuţii speciale, atunci acest lucru se întîmplă mai ales pentru a putea alege diametre exterioare mai mici decît ar fi posibil la folosirea rulmenţilor normali.

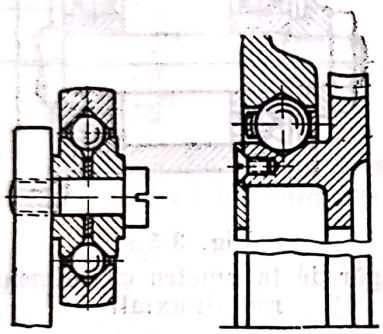


Fig. 3.5.10. Rulment cu un singur rînd de bile cu dublă înclinaţie pentru o rolă

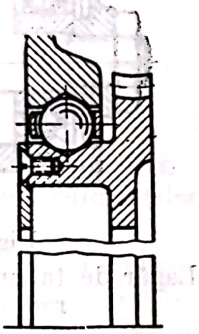


Fig. 3.5.11. Rulmentul unei diafragme rotative

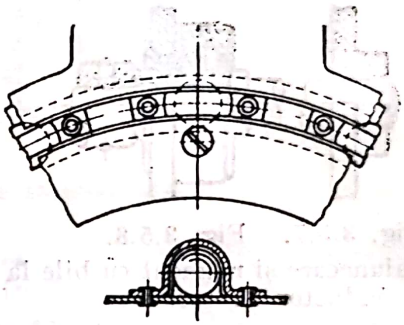


Fig. 3.5.12.

Fig. 3.5.13.

Pentru a avea un diametru cît mai mic al rulmentului, se renunţă de aceea, de obicei, la un inel interior separat care să fie montat pe fusul arborelui, iar bilele în număr relativ mic, se rostogolesc direct pe fusul de lagăr, care în acest caz trebuie bineînţeles călit şi rectificat cu precizie.

Pentru rulmenţi radiali-axiali de dimensiuni mai mici se pot folosi „rulmenţi cu dublă înclinaţie", care cuprind numai un singur rînd de bile, mai ales pentru role mici sau alte elemente. Pentru realizarea unei execuţii mai ieftine şi mai simple, suprafeţele de rostogolire sînt executate conic. Rulmenţi de acest fel se folosesc însă numai pentru sarcini şi turaţii mici. În fig. 3.5.10 se arată lagărul unei role pentru o maşină de scris. Pentru a putea regla jocul, se aşază între cele două jumătăţi ale inelului interior şaibe de distanţare de grosime adecvată. Execuţii asemănătoare se folosesc uneori şi la diafragmele rotative pentru aparatele optice (fig. 3.5.11 şi 3.5.12). Aici, diametrul inelului este dat de deschiderea diafragmei şi este deci destul de mare, aşa încît trebuie folosit un număr de bile mult mai mare decît la rulmenţii cu bile standardizaţi. După cum se vede din fig. 3.5.13, asemenea execuţii sînt echipate uneori cu inele de ghidare a bilelor.

La aparate giroscopice sînt necesari rulmenţi cu bile mici pentru arbori cu turaţie foarte mare (circa 20 000 rot/min). Lagăre de acest fel sînt arătate

schematic în fig. 3.5.14—3.5.17; în fig. 3.5.14 și 3.5.15 se vede o construcție pentru poziția orizontală a arborelui, în timp ce construcția din fig. 3.5.16 și 3.5.17 corespunde pentru orice poziție a arborelui. Diametrul bilelor este de aproximativ 2,5 mm. Rulmenții sînt montați în așa fel, încît să permită reglarea jocului axial și să asigure poziția corectă a giroscopului.

La construcția reprezentată în fig. 3.5.14 s-au ales fusuri cu un unghi de conicitate $\alpha = 50°$ (fig. 3.5.18), pentru a putea prelua în măsura cerută și componentele axiale ale forțelor. În acest scop s-au prevăzut în lagărele-șurub inele și plăci speciale, călite și rectificate.

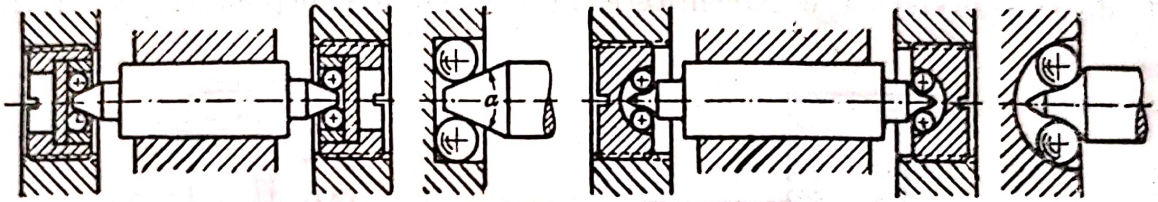


Fig. 3.5.14. Fig. 3.5.15. Fig. 3.5.16. Fig. 3.5.17.

Rulmenți mici cu bile pentru aparate giroscopice cu reglarea jocului în lagăr

La construcțiile din fig. 3.5.16 și 3.5.17 s-au folosit rulmenți radiali-axiali, la care nu sînt necesare adaosuri speciale. În acest caz, lagărele-șurub trebuie să fie prevăzute cu căi de rulare călite și rectificate fin.

Rulmenții axiali se folosesc în mecanica fină atunci cînd la un lagăr de alunecare cilindric, pentru mișcările de reglaj, trebuie preluate forțe axiale relativ mari și rotirea trebuie ușurată. Acest caz se întîlnește mai ales la

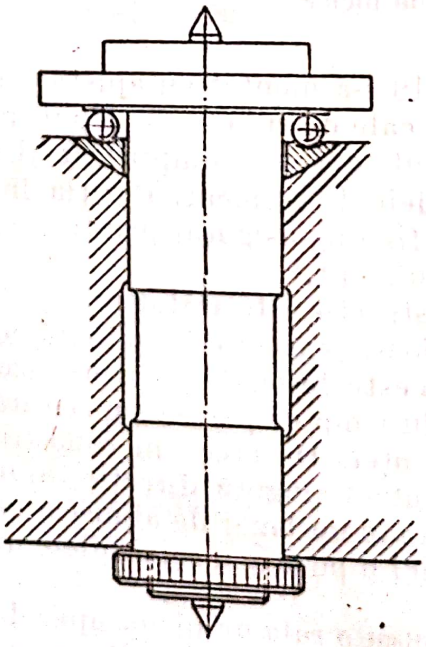


Fig. 3.5.18.

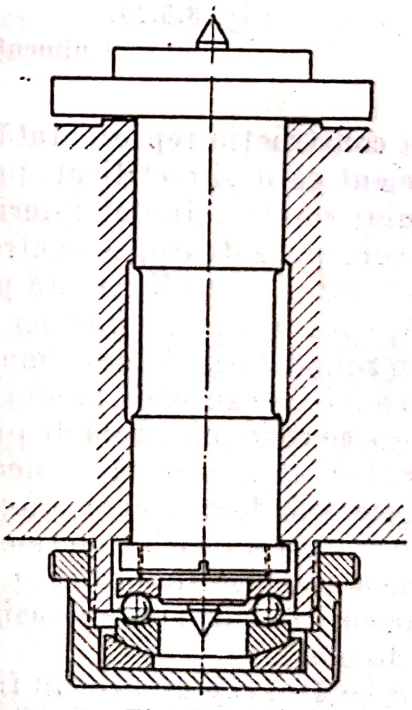


Fig. 3.5.19.

Lagăre cilindrice cu rulmenți cu bile axiale pentru instrumente topometrice

lagărele unilaterale ale instrumentelor topometrice şi altele asemănătoare, care au lagăre cu fus conic, prevăzîndu-se suprafeţe purtătoare speciale pentru preluarea sarcinii axiale (cap. 3.4.1). Dacă fusul conic este înlocuit printr-un fus cilindric, care trebuie atunci rectificat cu respectarea unei toleranţe foarte strînse, întreaga sarcină axială, care la instrumente mai mari poate ajunge pînă la 50 kgf, trebuie să fie preluată de un lagăr axial, care este conceput atunci ca rulment cu bile. În această situaţie sînt posibile două construcţii (fig. 3.5.18 şi 3.5.19). În primul caz, forţele axiale sînt preluate de flanşa superioară a fusului, în al doilea caz, de capătul inferior al fusului. În fiecare caz însă este necesar ca să se asigure, prin inelele purtătoare cu suprafaţa de azeşare sferică, o transmitere riguroş axială a forţelor asupra fusului.

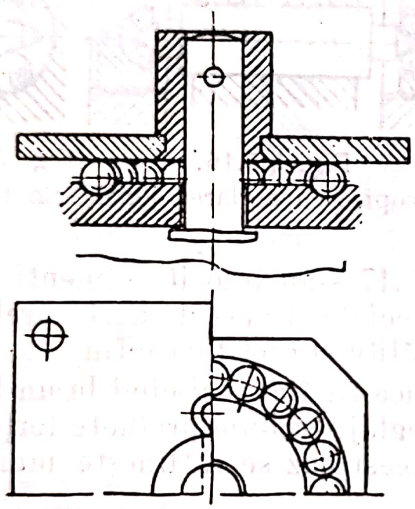


Fig. 3.5.20.

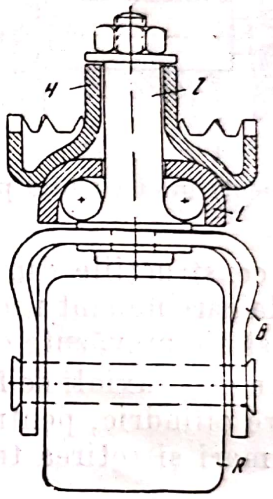


Fig. 3.5.21.

Rulmenţi pentru role de picior

La construcţia reprezentată în fig. 3.5.19 s-a montat cu ajustaj un inel de rulment călit şi rectificat, prevăzut cu o cale de rulare, pe cepul inferior al fusului rotativ. Inelul inferior de rulment, desenat simplificat şi avînd forma corespunzătoare, se centrează prin bilele de rulment. Poziţia în înălţime a fusului poate fi reglată prin capacul filetat, asigurat printr-o contrapiuliţă, care poartă în interior inelele de rulment.

Un rulment axial de cea mai simplă construcţie este arătat în fig. 3.5.20. Pentru a ieftini execuţia, numai partea inferioară, executată din fontă cenuşie şi în care se reazemă o rolă de picior, care nu este desenată, este prevăzută cu un canal strunjit care să primească bilele, în timp ce partea superioară este executată sub forma unei simple table de oţel. Deoarece în condiţiile de exploatare presiunea nu acţionează decît într-o singură direcţie, ajunge o asemenea execuţie simplificată, dacă se prevede un lagăr de alunecare suplimentar cu joc mare, care să asigure că în nici o poziţie a rolei bilele nu pot cădea în afară.

În lagărul reprezentat în fig. 3.5.21 pentru o rolă de picior apar de asemenea sarcini axiale importante, care sînt însă preluate de un rulment radial-axial; este vorba în acest caz de preluarea forţelor laterale care apar la împin-

gerea aparatului mobil respectiv. Fusul cilindric Z se rotește cu joc considerabil în cămașa H, care se imprimă cu marginea dințată exterioară în lemn. Inelul de rulment este introdus liber și este ținut în cămașa de lagăr, deformată corespunzător, numai datorită frecării. Rola R propriu-zisă este ținută într-o potcoavă B nituită de fusul Z.

3.6. GHIDAJE DE TRANSLAȚIE

Dacă se cere o mobilitate ușoară a ghidării de translație, trebuie folosit un ajustaj liber; altfel se ia în considerație un ajustaj alunecător. Dacă trebuie să existe însă un mers relativ greu, pentru a împiedica deplasarea de la sine a uneia din piese față de cealaltă, frecarea trebuie mărită cu ajutorul unui arc. În orice caz trebuie observat ca la acționarea ghidajului să nu apară o așezare înclinată.

3.6.1. Solicitările ghidajelor de translație

Dacă forța P care servește pentru deplasarea unui cilindru plin într-un cilindru gol ar fi aplicată în direcția axei (fig. 3.6.1) sau în măsura în care forțe egale așezate la aceeași distanță de axă acționează asupra unei pîrghii perpendiculare pe axă, nu poate apărea bineînțeles o blocare datorită înclinării axei. Trebuie însă avut în vedere că forța de împingere se abate mai mult sau mai puțin de la această direcție favorabilă. În fig. 3.6.2 este reprezentat cazul cînd forța P, paralelă cu direcția axei, este aplicată la distanța r de aceasta. Atunci forța P dă naștere unui moment, care acționează asupra cilindrului așezîndu-l înclinat, corespunzător cu jocul existent, așa încît reacțiunile D_1 și D_2 acționează la capetele suprafețelor de ghidare de lungime l. Rezultă de aci

$$D_1 = D_2 = \frac{Pr}{l}.$$

Aceste reacțiuni produc forțe de frecare, a căror sumă este

$$\mu (D_1 + D_2) = \frac{\mu \cdot 2Pr}{l},$$

dacă μ este coeficientul de frecare. Această forță de frecare acționează în sens contrar celui al forței P, iar blocarea datorită așezării înclinate nu va avea loc în caz că

$$P > \frac{\mu \cdot 2Pr}{l}.$$

Rezultă condiția

$$l > 2\mu r \quad \text{sau} \quad \frac{l}{r} > 2\mu.$$

Dacă blocarea trebuie evitată, lungimea l a suprafeței de ghidare trebuie aleasă cu atît mai mare, cu cît este mai mare brațul de pîrghie r, la care este

aplicată forța P. În schimb este indiferent cît de mare este forța P, dacă nu apare datorită solicitării exagerate o încovoiere și deci o blocare, și nici cît de mare este distanța h pînă la punctul de aplicare a forței P.

Dacă forța P este înclinată față de axă cu unghiul α (fig. 3.6.3) ea poate fi descompusă în componentele $P \sin\alpha$ și $P \cos\alpha$, dintre care componenta perpendiculară pe direcția axei, $P \sin\alpha$, provoacă așezarea înclinată. Rezultă atunci relațiile

$$D_1 = P \sin\alpha \frac{h}{l} \quad \text{și} \quad D_2 = P \sin\alpha \frac{h+l}{l}.$$

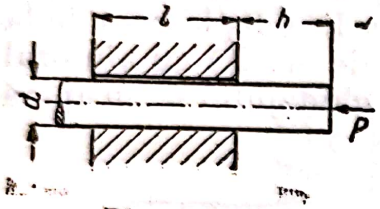


Fig. 3.6.1.

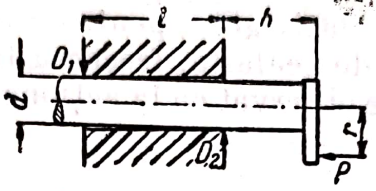


Fig. 3.6.2.

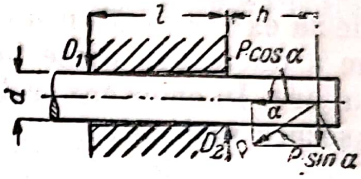


Fig. 3.6.3.

Solicitările ghidajelor de translație

Cu condiția ca diametrul d al cilindrului să fie mic în comparație cu distanța h ,se poate presupune că forței de împingere $P \cos\alpha$ i se opune suma forțelor de frecare $\mu(D_1 + D_2)$ și pentru cazul cînd blocarea trebuie evitată, se obține relația

$$P \cos\alpha > P\,\mu \sin\alpha \frac{2h+l}{l}.$$

După unele transformări rezultă condiția

$$l > h \frac{2\mu \operatorname{tg}\alpha}{1-\mu \operatorname{tg}\alpha} \quad \text{sau} \quad \frac{l}{h} > \frac{2\mu \operatorname{tg}\alpha}{1-\mu \operatorname{tg}\alpha}.$$

Dacă se consideră $\mu = 0{,}2$, ceea ce este aproximativ valabil pentru frecarea oțelului pe alamă avînd suprafață netedă fără ungere, se obțin valorile înscrise în forma unei curbe în fig. 3.6.4. Se recunoaște de aici, că raportul de lungimi $\lambda = l/h$ trebuie ales cu atît mai mare, cu cît este mai mare înclinația forței P față de direcția de ghidare, pentru a evita cu siguranță blocarea datorită înclinării. Și în acest caz este indiferent pentru blocare cît de mare este forța P. Din formula precedentă reiese că dacă $\mu \operatorname{tg}\alpha = 1$ se obține $\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{\mu}$ și $\lambda = \infty$, deci într-un asemenea caz limită ar rezulta totdeauna o blocare. Pentru $\mu = 0{,}2$, blocarea intervine la

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{0{,}2} = 5 \quad \text{sau} \quad \alpha = 78°.$$

Deasupra acestei valori nu mai este posibilă ghidarea.

Dacă lungimea suprafeței de ghidare trebuie aleasă relativ mare, pentru a evita cu siguranță blocarea sau din alte motive (precizia ghidajului), este

posibil ca printr-o execuție neprecisă sau prin încovoierea pieselor să se producă totuși blocarea. Cu cît execuția este mai puțin rigidă (piese din tablă, bare de ghidare subțiri și altele) și cu cît jocul lateral trebuie dimensionat mai mic de la început, cu atît suprafața de ghidare trebuie să fie mai scurtă în direcția de mișcare, bineînțeles, dacă suprafața de ghidare este continuă. Dacă este necesară o lungime totală mai mare a suprafeței de ghidare, suprafața lungă poate fi înlocuită prin două suprafețe scurte, amplasate la distanțe corespunzătoare una de alta, deci în locul unui ghidaj lung unic se poate folosi un ghidaj din două părți. Aceasta se poate realiza, de exemplu, prin strunjirea unei degajări în suprafața cilindrică (fig. 3.6.5). La o lungime mai mare l a ghidajului se folosesc de preferință două elemente separate de ghidare, care trebuie să fie legate rigid între ele (fig. 3.6.6).

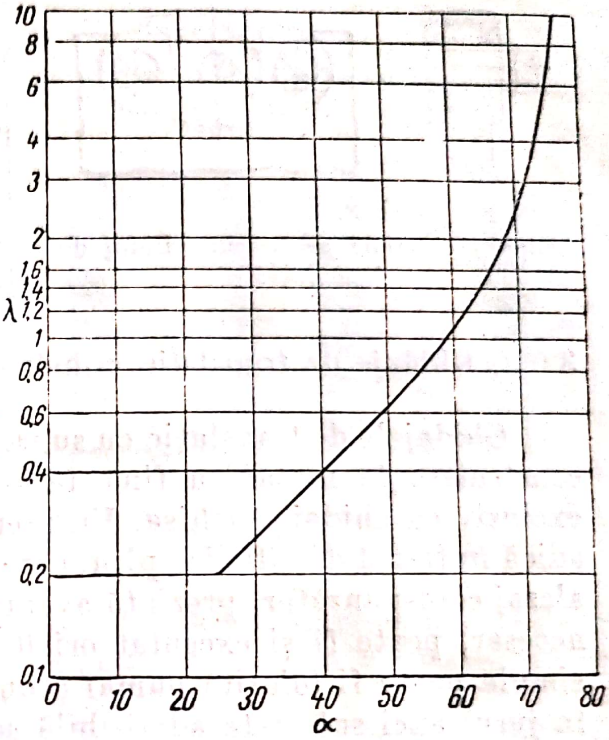


Fig. 3.6.4.
Raporturile de lungimi $\lambda = l/h$ la ghidaje cu translație, în funcție de unghiul de înclinare al forței

Calculul suprafețelor de ghidare în ceea ce privește rezistența

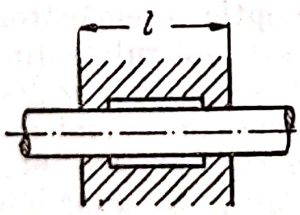


Fig. 3.6.5.

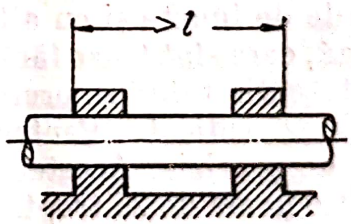


Fig. 3.6.6.

Ghidaje de translație din două părți

sau uzura în funcționare se ia în considerație numai în cazuri excepționale, deoarece solicitările care apar în exploatare sînt în general foarte reduse.

3.6.2. Dispozitive de ungere

La ghidajele de translație, dispozitivele de ungere speciale sînt necesare destul de rar; de obicei este suficient ca elementele componente să fie ușor acoperite cu unsoare. La o exploatare intensivă, ca de exemplu la selectoarele cu două mișcări pe mai multe niveluri pentru centralele tele-

fonice, este necesară alimentarea automată cu lubrifiant. În asemenea cazuri se poate alege o construcţie ca cea reprezentată în fig. 3.6.7, la care garnitura din pîslă se îmbibă cu amestecul de vaselină şi ulei indicat în tabela 3.3.1. Dacă se cere o frecare permanent constantă, ca la pistoanele amortizoarelor pneumatice, nu se poate folosi de obicei un lubrifiant din cauza pericolului întăririi sub formă de răşină. Într-un asemenea caz se recomandă un piston din grafit.

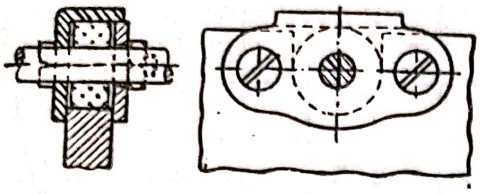


Fig. 3.6.7.
Ungerea cu pîslă pentru un ghidaj de translaţie

3.6.3. Ghidaje de translaţie cilindrice fără asigurare împotriva rotirii

Ghidajele de translaţie cu suprafeţe cilindrice şi cu secţiune circulară se construiesc în mecanica fină fără asigurare împotriva rotirii şi aproape exclusiv ca ghidaje închise. Un asemenea ghidaj în forma cea mai simplă, adică în formă de cilindru plin, care se poate deplasa prin împingere într-un alezaj corespunzător, prezintă avantajul că este foarte ieftin şi că, dacă este necesar, poate fi şi executat oricît de precis. Bineînţeles această execuţie simplă poate fi folosită numai atunci cînd mişcarea de rotire a cilindrului în jurul axei sale este admisibilă sau dorită.

3.6.3.1. Ghidaje cilindrice simple

Ghidaje de translaţie cilindrice simple fără asigurare împotriva răsucirii se întîlnesc ca ghidaje din ţeavă (ghidaje telescopice) deosebit de frecvent la construcţiile de lunete şi cu alte aparate optice asemănătoare. Se folosesc ţevi din alamă, care sînt trase fără cusătură sau sînt rulate din tablă şi lipite. Ţevile executate din tablă se preferă din cauza grosimii uniforme a peretelui şi a durităţii mai ridicate. Pentru ghidaje telescopice sînt deosebit de favorabile ţevile de precizie. Acestea se execută cu diametre interioare între 10 şi 46 mm într-o gamă de 25 trepte, alese astfel, încît, după o uşoară lustruire a suprafeţei, ţeava de diametru mai mic poate fi introdusă ajustat în ţeava de diametru imediat următor.

Cînd se urmăreşte mai puţin ghidarea precisă şi mai mult eliminarea jocului şi un mers mai greu, este indicat ca ţeava interioară să fie crestată, urechile fiind îndoite puţin în afară înainte de asamblare, pentru a obţine o frecare cît mai uniformă posibil. De obicei capătul ţevii este crestat, formînd patru urechi elastice, prin două tăieturi în cruce (fig. 3.6.8). Dacă ţeava ghidată iese în afară la ambele capete, crestăturile trebuie executate ca în fig. 3.6.9, elasticitatea fiind bineînţeles mai redusă. O arcuire relativ moale a urechilor se obţine prin crestături longitudinale şi transversale (fig. 3.6.10). Construcţiile reprezentate în fig. 3.6.11 şi 3.6.12 cu benzi de postav încleiate se vor alege atunci cînd se cere în acelaşi timp o etanşare împotriva pătrunderii luminii. O bucşă filetată specială (fig. 3.6.12) este necesară dacă pere-

tele țevii nu ar fi suficient de gros. În țeava exterioară A se înșurubează bucșa B care cuprinde în degajarea strunjită din ea o bandă de postav C încleiată.

În fig. 3.6.13 se arată o execuție, care se obișnuiește mai ales la trepiedele fotografice. Pentru ca țevile să nu fie în contact pe toată lungimea, ele sînt răsfrînte la capete, în timp ce nervura de la mijloc a țevii exterioare nu servește în general decît ca limitator.

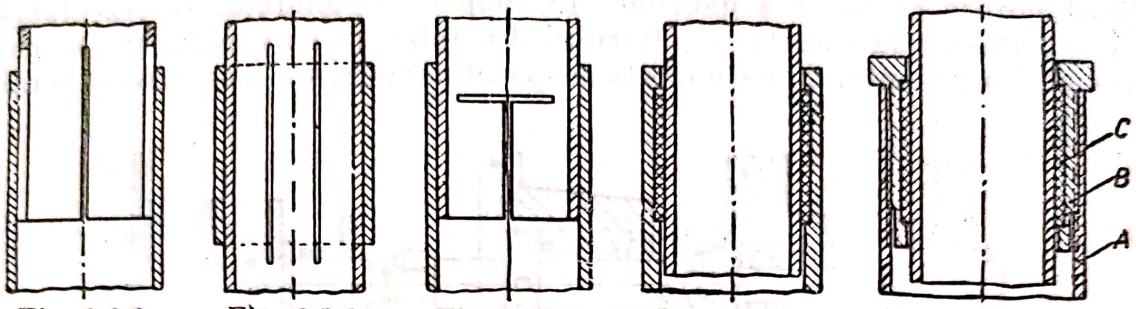


Fig. 3.6.8. Fig. 3.6.9. Fig. 3.6.10. Fig. 3.6.11. Fig. 3.6.12.

Țevi interioare crestate

Benzi din postav încleiate în interior (etanșarea contra luminii)

Din ghidajele de translație simple cu suprafețe cilindrice fac parte în principiu și fișele de contact. Aici este de obicei necesară o construcție cu arcuire, pentru a asigura transmiterea curentului.

Cînd un buton sau altă piesă asemănătoare trebuie să treacă printr-un perete din tablă subțire, este suficient, pentru a asigura o lungime corespun-

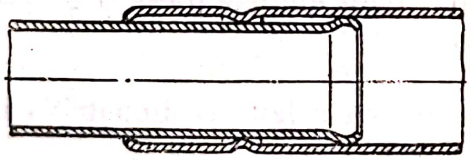


Fig. 3.6.13.
Ghidaj telescopic la un trepied fotografic

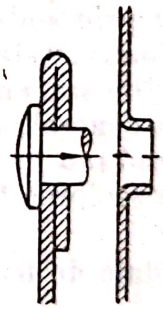


Fig. 3.6.14. Fig. 3.6.15.
Ghidaje simple

zătoare a ghidajului, de exemplu îndoirea tablei (fig. 3.6.14). În caz contrar, gaura trebuie să fie lungită prin răsfrîngere (fig. 3.6.15) sau trebuie prevăzută o bucșă specială, fixată prin sudare, lipire, nituire etc. Situații asemănătoare se întîlnesc și la lagăre.

3.6.3.2. Ghidaje cilindrice duble

În fig. 3.6.16—3.6.20 se arată ghidajele duble pentru butoane simple. Săgeata indică, ca și în fig. 3.6.14, direcția forței care readuce butonul în poziția de repaus și care trebuie împinsă la acționare, prin apăsare cu mîna.

Pentru generararea acestei forţe serveşte în general un arc, care se execută de obicei ca arc de compresiune şi care este amplasat între cele două locuri de ghidaj (fig. 3.6.16—3.6.20).

La exemplele din fig. 3.6.19 şi 3.6.20, butoanele trebuie să treacă prin pereţii unor carcase din tablă. Execuţia reprezentată în fig. 3.6.20 este de preferat, deoarece cele două locuri de ghidaj sînt amplasate într-o bandă din tablă, îndoită în formă de U dintr-o singură bucată, ceea ce asigură direct poziţia coaxială a găurilor, în timp ce la ghidajul reprezentat în fig. 3.6.19 poziţia corectă a colţarului din tablă trebuie asigurată în mod special. Dacă montajul nu comportă neapărat o separare a pieselor care conţin

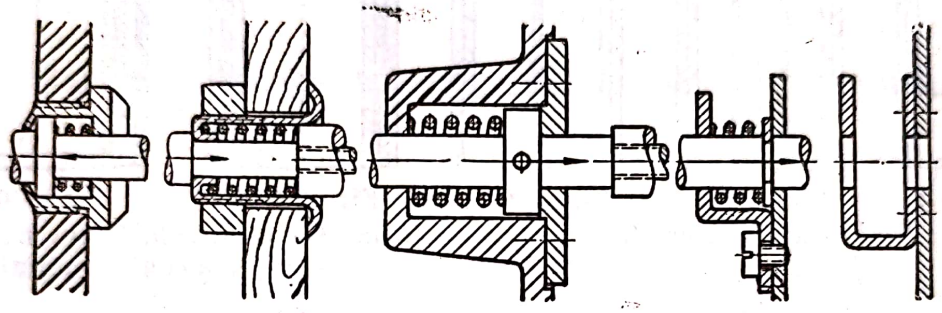


Fig. 3.6.16. Fig. 3.6.17. Fig. 3.6.18. Fig. 3.6.19. Fig. 3.6.20.
Ghidaje duble

cele două suprafeţe de ghidare, ceea ce nu este cazul la construcţia arătată în fig. 3.6.19 a unui ştift neted şi a unei şaibe crestate servind drept limitator, trebuie aleasă de preferinţă în locul unei îmbinări prin şurub o îmbinare prin nituire sau prin sudare.

Dacă suprafeţele de ghidare nu se amplasează pe piese din tablă, ci pe piese strunjite sau ambutisate, ca în exemplele din fig. 3.6.16 şi 3.6.17, este posibil, în general, ca ambele suprafeţe de ghidare să fie amplasate pe o singură piesă sau în orice caz astfel, încît ambele piese (fig. 3.6.18) să poată fi centrate reciproc fără greutate.

3.6.4. Ghidaje de translaţie cilindrice cu asigurare împotriva rotirii

Dacă trebuie evitată o rotire reciprocă a elementelor constructive ghidate, suprafeţele cilindrice pot fi completate prin suprafeţe plane, care sînt de obicei dispuse pe circomferinţa suprafeţei cilindrice. În acest scop, una din cele două elemente componente primeşte o ieşitură, iar cealaltă piesă o adîncire corespunzătoare, orientată paralel cu direcţia de mişcare, în care intră ieşitura. La solicitări reduse, un ştift (fig. 3.6.21) sau capul unui şurub (fig. 3.6.22) reprezintă o ieşitură suficientă. La solicitări mai mari este mai recomandabil să se folosească o riglă de ghidare ca în fig. 3.6.23. În fiecare din cazuri, aceste piese intră într-o gaură longitudinală prevăzută în piesa exterioară.

Dacă spre deosebire de execuţiile din fig. 3.6.21—3.6.23 ieşitura este fixată rigid pe piesa interioară, piesa exterioară trebuie să fie prevăzută cel puţin cu un canal de-a lungul uneia din laturi (fig. 3.6.24). Piesa interioară

Scanned with OKEN Scanner

poate fi executată în acest caz de exemplu din una sau mai multe table decupate corespunzător.

În fig. 3.6.25—3.6.27 se arată construcția inversă, la care piesa exterioară poartă o ieșitură în forma unui șurub cu tijă (fig. 3.6.25), pentru solicitări mici, sau o riglă de ghidare fixată cu șuruburi (fig. 3.6.26), pentru solicitări mai mari, în timp ce piesa interioară este prevăzută cu un canal frezat corespunzător. Dacă în locul unui canal se execută pe piesa interioară numai o aplatisare (fig. 3.6.27), piesa exterioară corespunzătoare poate fi executată, în cazul unui ghidaj dublu (fig. 3.6.20) dintr-o piesă ștanțată în formă de U, găurile de ghidare fiind decupate sau broșate corespunzător.

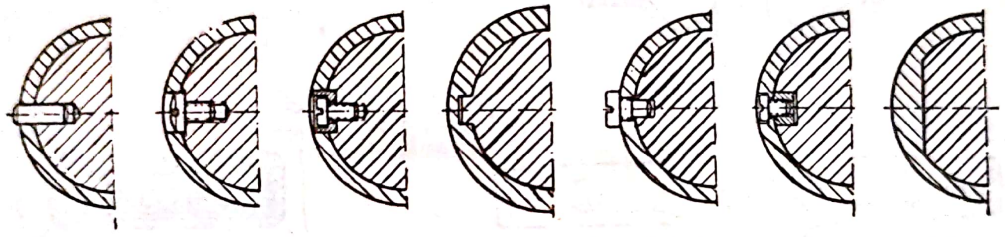


Fig. 3.6.21. Fig. 3.6.22. Fig. 3.6.23. Fig. 3.6.24. Fig. 3.6.25. Fig. 3.6.26. Fig. 3.6.27.

Asigurări împotriva rotirii la ghidajele de translație cilindrice

Pentru ghidaje telescopice, se poate folosi în multe cazuri drept siguranță un știft transversal, care este fixat fie în țeava interioară, fie în cea exterioară și este ghidat în crestături în cealaltă țeavă.

Dacă suprafețele plane suplimentare sînt amplasate direct pe conturul cilindrului, ele trebuie să fie ajustate precis. În acest caz, asigurarea împotriva rotirii se așază pe cît posibil în afara suprafețelor de ghidare. Se realizează astfel în același timp ca solicitarea suprafețelor de ghidare suplimentare să fie corespunzător mai mică la o eventuală rotire. Ca exemple sînt arătate în fig. 3.6.28 și 3.6.29 construcțiile pentru ghidarea receptorului unui aparat telefonic. Suportul propriu-zis, ale cărui capete, incomplet reprezentate în fig. 3.6.28, au forma unei furci, este înșurubat pe o tijă de ghidare cilindrică, care poate glisa în sus și în jos în coloana din țeavă. Rotirea este împiedicată, deoarece tabla nituită pe coloană intră cu capetele sale îndoite în sus în decupări ale suportului. Această îmbinare prin nituire trebuie să fie bineînțeles asigurată suficient împotriva rotirii. La execuția arătată în fig. 3.6.29, suportul executat prin turnare sub presiune formează cu partea sa inferioară un capac dreptunghiular care se așază peste partea superioară de o formă corespunzătoare.

De altfel se poate obține o asigurare împotriva rotirii și prin amplasarea paralelă a două bare cilindrice. Această soluție este totuși mai puțin recomandabilă, deoarece la ghidajele închise este foarte greu de realizat o poziție riguros paralelă a suprafețelor de ghidare. Această situație se întîlnește și la fișele de contact duble sau multiple, totuși aceste greutăți sînt învinse prin elemente arcuitoare care sînt necesare în orice caz pentru a asigura transmiterea curentului.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă se pune problema de a îmbina două ghidaje de translaţie cilindrice, fiind amplasate la o oarecare distanţă unul de altul şi avînd direcţii diferite, în aşa fel încît forţa să poată fi transmisă direct de la unul din ghidaje la celălalt, piesele componente ghidate rectiliniu trebuie cuplate împreună printr-o piesă de legătură flexibilă, care este ţinută liber printr-un corp înfăşurător, îndoit corespunzător. Două exemple de acest fel sînt arătate în fig. 3.6.30 şi 3.6.31.

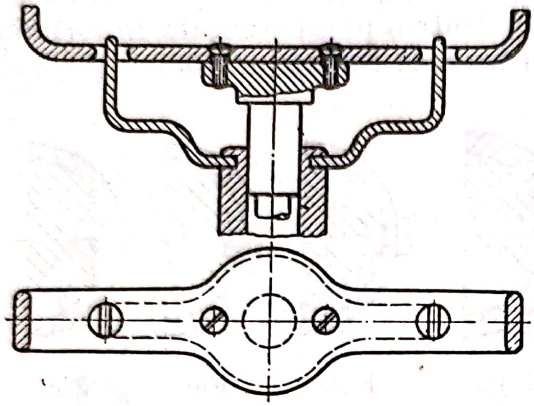


Fig. 3.6.28.

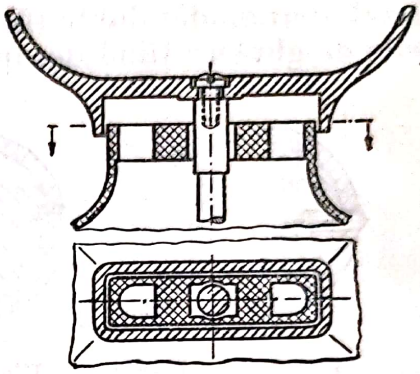


Fig. 3.6.29.

Ghidaje de translaţie cilindrice pentru suportul receptorului de la aparatele telefonice

În fig. 3.6.30 se arată un aparat port-amalgam, un aparat dentar, care serveşte pentru împingerea amalgamului pentru plombe. Amalgamul este introdus în spaţiul a, în timp ce aparatul este în repaus (fig. 3.6.30), apoi este împins în afară prin avansarea pistonului B. Avansarea pistonului B se produce indirect, prin butonul T, ghidat în bucşa G_1, care transmite forţa de apăsare prin tija K şi spirele de sîrmă Dr asupra pistonului B. Spirala de sîrmă este fixată rigid cu unul din capete pe tija K, iar cu celălalt capăt pe

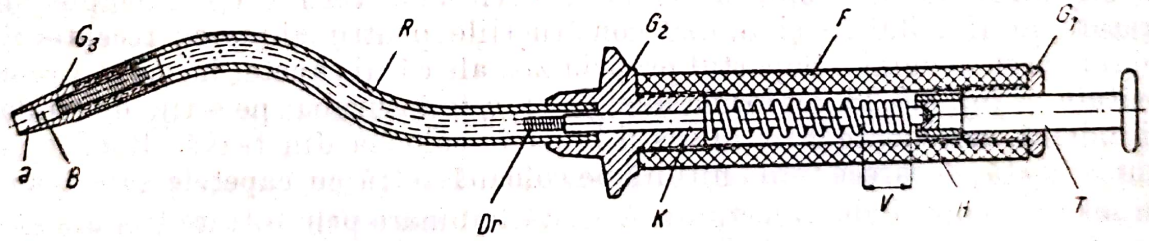


Fig. 3.6.30.

Transmiterea forţei între două ghidaje de translaţie cilindrice, de direcţii diferite, la un aparat dentar

pistonul B. Pentru ca spirala din sîrmă să nu se poată încovoia, ea este ţinută liber în tubul curbat R. Readucerea pistonului B în poziţia de repaus se realizează prin arcul de compresiune, care acţionează asupra tijei K. În acest scop, arcul de compresiune este legat rigid cu K, pe lungimea V. Pentru ca butonul T să nu iasă în afară, s-a prevăzut ca opritor o ţeavă H, presată pe T.

În fig. 3.6.31 este reprezentat mărit un declanşator pentru închizătorul unui obiectiv fotografic. Prin mişcarea ştiftului Z în direcţia săgeţii, închiză-

torul armat dinainte trebuie declanșat. Bucșa de ghidare A pentru știftul Z se înșurubează cu o porțiune filetată conic într-o gaură filetată corespunzătoare a închizătorului. Împingerea știftului Z este efectuată de tija S și spirala din sîrmă Dr. Spirala Dr este legată pe de o parte de știftul Z și pe de altă parte de tija S. Pentru ca spirala din sîrmă să nu se încovoaie la împingerea tijei S, s-a prevăzut un corp înfășurător U din țesătură, care dă mobilitatea necesară. Asamblarea tubului U cu piesele de ghidare K_2, și respectiv A,

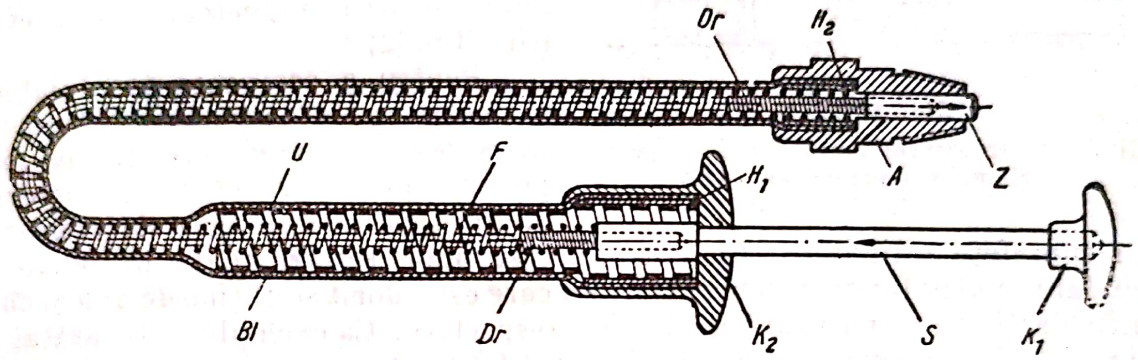


Fig. 3.6.31.
Transmiterea forței între două ghidaje de translație cilindrice, printr-o piesă flexibilă, la un declanșator fotografic

se face prin manșoanele H_1, respectiv H_2, rulate din tablă de arc. Pentru readucerea știftului Z în poziția de repaus (fig. 3.6.31), s-a prevăzut arcul de compresiune F, care se reazemă pe peretele tubului U, așa încît spirala din sîrmă Dr este ținută liber de către arcul F. Un arc elicoidal cu secțiunea dreptunghiulară B_1, care este fixat cu unul din capete în K_2, realizează o oarecare rigiditate a capătului dinspre butonul de comandă pe lungimea necesară pentru intrarea sigură a tijei S în timpul declanșării.

3.6.5. Ghidaje de translație prismatice

În multe cazuri, construirea unor suprafețe de ghidare plane se impune chiar și prin forma pieselor care trebuie ghidate. Astfel, vor fi ghidate direct între șine plane plăci cu scale gradate, ca de exemplu cele pentru un șubler, casete plate ghidate pentru aparate fotografice și altele. De asemenea se preferă de obicei ghidajele de translație cu suprafețe plane, atunci cînd uzura trebuie compensată prin reglaj și cînd o răsucire trebuie neapărat evitată, de exemplu la aparatele de măsurat de precizie, la bancurile fotometrice etc. (v. fig. 3.6.38 și 3.6.39).

Forma de bază este de obicei o prismă de secțiune dreptunghiulară, trapezoidală sau triunghiulară (triunghi echilateral). La un ghidaj de translație închis, piesa exterioară poate fi executată dintr-o singură bucată (ghidaj de translație dintr-o singură bucată), dacă soluția constructivă permite ca piesele să fie introduse una în alta, în direcția translației. Altfel este necesar ca piesa exterioară de ghidare să fie asamblată din mai multe elemente (ghidare de translație din mai multe părți).

3.6.5.1. Ghidaje prismatice închise

Execuţia cea mai simplă a unui ghidaj de translaţie dintr-o singură parte, cu suprafeţe plane, este construcţia unui sertar din material pătrat introdus într-o ţeavă pătrată corespunzătoare. În locul ţevii trase se foloseşte uneori o ţeavă „deschisă" îndoită din tablă, mai ales atunci cînd crestătura este necesară din motive constructive, ca la ghidajul unei perii de cărbune pentru inductoare magnetice (fig. 3.6.32) etc.

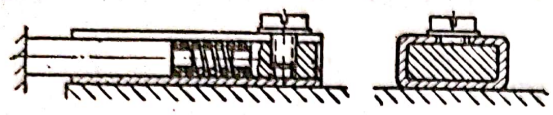


Fig. 3.6.32.
Ghidaj de translaţie prismatic la o perie de cărbune a unui motor electric

Pentru a compensa jocul lateral şi pentru a obţine în acelaşi timp un mers ceva mai greu, elementele componente pot fi executate cu o oarecare arcuire, ca la ghidajele de translaţie cu suprafeţe cilindrice. La introducerea unor sertare plate în canale de ghidare relativ lungi, mersul mai greu care este dorit se obţine de obicei chiar prin elasticitatea naturală a pieselor respective. Ca exemplu este arătat în fig. 3.6.33 baza extensibilă a unui aparat fotografic.

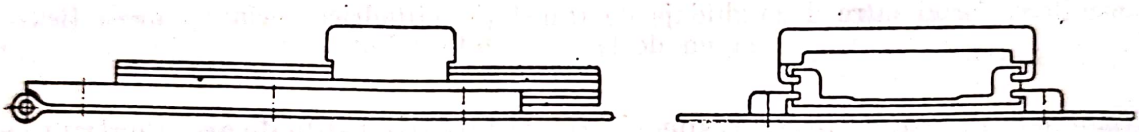


Fig. 3.6.33.
Ghidaj de translaţie prismatic la un aparat fotografic

Dacă elasticitatea naturală a pieselor componente nu este suficientă, trebuie prevăzut un arc special, care este de exemplu nituit (fig. 3.6.34) sau numai introdus liber, în cazul unei forme adecvate. În fig. 3.6.35 se reprezintă mînerul unei rezistenţe reglabile prin cursor, la care arcul de contact asigură în acelaşi timp trecerea curentului înlăturarea jocului şi blocarea

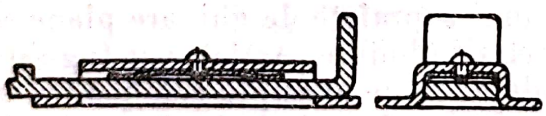


Fig. 3.6.34.
Zăvor din tablă

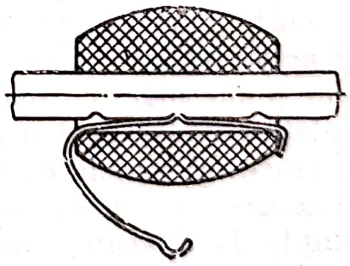


Fig. 3.6.35.
Mînerul unei rezistenţe reglabile prin cursor

în poziţie. La execuţia reprezentată în fig. 3.6.34, ghidajul simplu închis pentru un zăvor din tablă a fost realizat prin îndoirea corespunzătoare a tablei.

Prin amplasarea corespunzătoare a unui arc introdus în ghidaj, poate fi compensat la aparatele de măsurat jocul în direcţia cea mai importantă

pentru măsurare, ca de exemplu la șublere. Astfel se obține în același timp un mers oarecum mai greu. Dacă însă la asemenea ghidaje apar forțe mai mari, se renunță după preferință la compensarea automată printr-un arc și se adoptă construcții cu reglarea prin șurub, cum se obișnuiește la construcțiile de mașini-unelte, de exemplu un ghidaj în coadă de rîndunică cu riglă de ghidare laterală reglabilă.

Dacă nu este necesară înlăturarea jocului iar forțele efective sînt relativ mici, poate fi luată în considerație eventual una din construcțiile care se mai

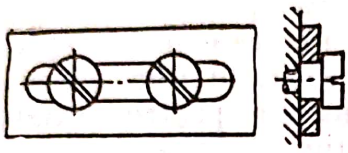


Fig. 3.6.36.

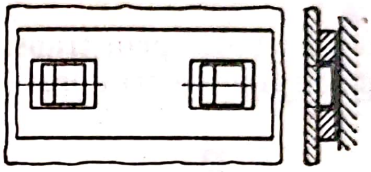


Fig. 3.6.37.

Ghidaje de translație prismatice a unor șine găurite

obișnuiesc încă pentru ghidarea unor șine de declanșare etc. La execuția reprezentată în fig. 3.6.36 șina crestată este ghidată prin două șuruburi cu tijă. Această construcție poate fi însă recomandată numai atunci cînd nu există pericolul slăbirii șuruburilor prin forțe acționînd lateral. În caz contrar, este preferabilă o soluție cu urechi îndoite în afară (fig. 3.6.37).

3.6.5.2. Ghidaje prismatice deschise

Pentru ghidaje de translație prismatice deschise cu suprafețe plane este cel mai adecvat un profil de șină triunghiular. Asemenea ghidaje, ca de exemplu cele reprezentate în fig. 3.6.38, se aleg pentru bancuri optice, fotometre etc.

Șurubul nu servește numai ca siguranță împotriva desprinderii, ci și pentru fixarea saniei. Prin poziția înclinată a suprafeței de apăsare, se obține ca presiunea șurubului să apese sania pe șina de ghidaj.

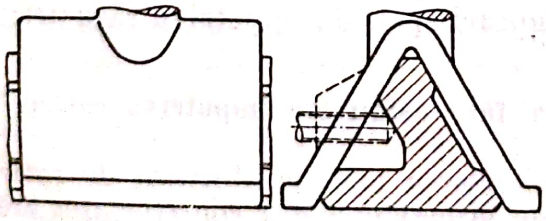


Fig. 3.6.38.

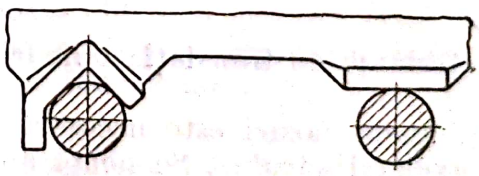


Fig. 3.6.39.

Ghidaje de translație prismatice deschise simple și duble

La execuție trebuie urmărit ca unghiul celor două elemente componente să fie egal, ceea ce nu este totdeauna ușor de realizat. La ghidaje foarte precise se va prefera de aceea construcția arătată în fig. 3.6.39, la care șina prismatică este înlocuită prin una cilindrică, deoarece nu contează aci o păstrare riguroasă a unghiului între cele două suprafețe de ghidare ale saniei. Într-un

asemenea caz, ca asigurare împotriva rotirii trebuie prevăzută însă o a doua ghidare, care se execută preferabil ca suprafață plană. Trebuie avut numai grijă ca locașurile frezate de pe sanie cît și axele celor doi cilindri să fie pe cît posibil riguros paralele. Deoarece însă și această condiție este realizabilă numai într-o anumită măsură, este recomandat ca, în orice caz, ghidajul plan în direcția de ghidare să nu fie făcut mai lung decît este absolut necesar.

3.7. GHIDAJE DE TRANSLAȚIE CU ROȚI

Cînd la un ghidaj prin translație se cere o mare mobilitate, frecarea de alunecare poate fi micșorată prevăzîndu-se, de exemplu, role care să servească drept reazem pentru cealaltă piesă.

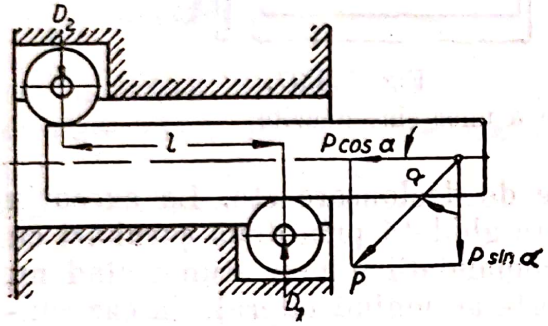


Fig. 3.7.1.
Solicitările unui ghidaj de translație cu roți

În fig. 3.7.1 se arată principiul ghidajului de translație cu roți. Pentru calculul reacțiunilor și pentru aprecierea condițiilor de frecare sînt valabile formulele expuse la cap. 3.6.1. Coeficientul de frecare μ este însă în acest caz mai mic. Rezultă deci că este admisibil un unghi α mai mare, fără ca să apară o blocare în urma unei așezări înclinate.

Și la ghidajele de translație cu roți se deosebesc ghidaje deschise și închise. În deosebi toate căile cu șine pe care circulă vehicule fac parte din ghidajele de translație cu roți de tip deschis. Într-un anumit sens și construcțiile reprezentate schematic în fig. 3.7.1 sînt ghidaje deschise, deoarece roțile nu pot prelua decît forțe în direcția arătată pe desen.

Suprafețele de ghidare plane sau cilindrice pot fi folosite și la ghidajele de translație cu roți. Ca și la ghidajele de translație cilindrice corespunzătoare, mai este atunci posibilă și o rotire în jurul axei cilindrului. Dacă este cazul, trebuie deci să se prevadă asigurări speciale împotriva răsucirii.

3.7.1. Ghidaje de translație cilindrice fără asigurare împotriva rotirii

În unele cazuri este necesară realizarea unei posibilități de rotire în jurul axei cilindrului. Se poate alege atunci una din construcțiile arătate în fig. 3.7.2—3.7.5, la care roțile merg direct pe suprafața unui cilindru. Spre deosebire de ghidajele închise (fig. 3.7.4 și 3.7.5), construcțiile reprezentate în fig. 3.7.2 și 3.7.3 ar putea fi considerate ghidaje deschise, care sînt prevăzute cu ghidaje de alunecare, care asigură împotriva solicitărilor dintr-o direcție care se abate de la direcția normală de funcționare.

În fig. 3.7.2 se reprezintă ghidarea orizontală a brațului unui stativ cu coloană. Aici asigurarea ghidajului ar putea fi realizată prin două roți conice duble. La două roți cilindrice, care preiau mai ales solicitarea verticală,

ghidarea de translație cilindrică prevăzută pe exterior servește ca asigurare împotriva forțelor laterale.

Pentru ghidarea unui braț de-a lungul unei coloane cilindrice (fig. 3.7.3), s-au prevăzut patru roți, care sînt așezate în lagăre înclinate reciproc la 60°, respectiv 120°. Într-un asemenea caz intră bineînțeles în considerație totdeauna roțile strunjite cilindric sau ușor concav. Sub influența sarcinii a cărei

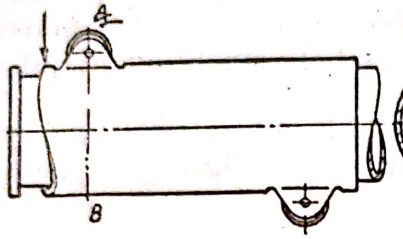


Fig. 3.7.2.

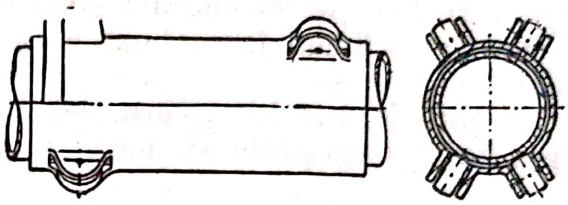


Fig. 3.7.3.

Ghidaje de translație cu roți la stative cu coloană

direcție este marcată prin săgeată, roțile preiau contrapresiunile corespunzătoare. Construcțiile ca cea reprezentată în fig. 3.7.3 corespund deci mai ales pentru ghidarea verticală a unui braț care poartă o piesă grea și care este prins de o coloană verticală.

La ghidajele închise reprezentate schematic în fig. 3.7.4 și 3.7.5 și care au trei și patru roți, una sau respectiv două din aceste roți ar putea fi execu-

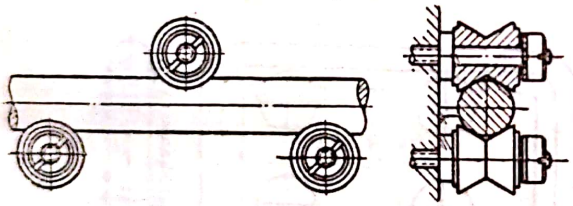


Fig. 3.7.4.

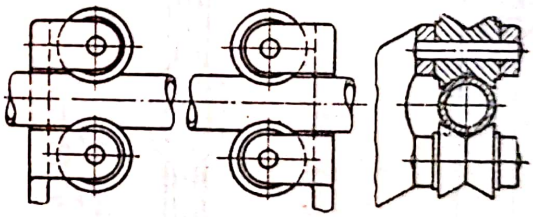


Fig. 3.7.5.

Ghidaje închise

tate și ca roți cilindrice netede. În toate aceste cazuri trebuie ținut seamă că la direcția variabilă a forțelor nu se poate obține o precizie prea mare a ghidajului, deoarece se presupune de la început un anumit joc între roți, joc care se va mai mări și datorită uzurii de funcționare.

3.7.2. Ghidaje de translație cilindrice cu asigurare împotriva rotirii

Atunci cînd la ghidajele de translație cu roți pe suprafețe cilindrice trebuie să fie exclusă posibilitatea unei rotiri în jurul axei longitudinale a ghidajului, acest deziderat se realizează aproape numai prin amplasarea unui al doilea ghidaj paralel și la o distanță destul de mare de ghidajul propriu-zis.

Ghidaje deschide de acest fel pot fi considerate toate cărucioarele care circulă pe căi cu șine, construcții care se întîlnesc destul de frecvent în mecanica fină. Ca exemplu, se arată în fig. 3.7.6 ghidarea unui cărucior al unei

mașini de scris, care circulă pe două șine cilindrice așezate paralel. Rolele ghidajului principal (din dreapta) sînt executate, ca și cele reprezentate în fig. 3.7.4 și 3.7.5, ca role dublu conice, în timp ce pe șina laterală circulă o rolă cilindrică dreaptă. Ca asigurare împotriva desprinderii s-au prevăzut table simple îndoite, care sînt fixate de ramă și intră sub tijele de ghidare. În principiu această ghidare de translație cu roți corespunde deci ghidării de translație cu alunecare arătată în fig. 3.6.39. O asemenea construcție (asigurarea direcției la una din șine) prezintă, față de construcțiile folosite la căile ferate (bandaje cu buză unilaterală la ambele șine), avantajul că ghidajul nu are joc.

La ghidajele închise, care trebuie folosite totdeauna atunci cînd pot apărea direcții variabile ale forțelor, execuția arătată în fig. 3.7.6 poate fi

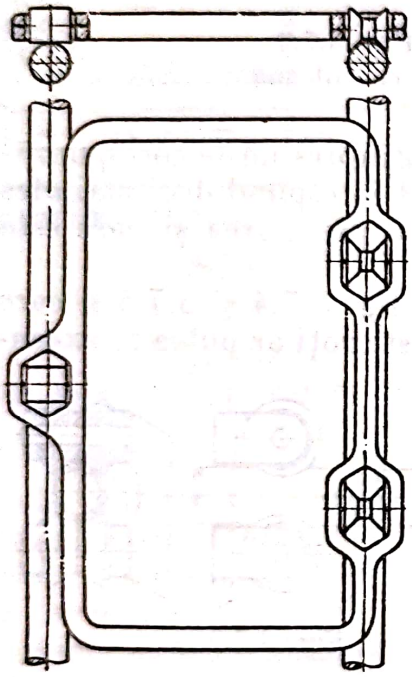


Fig. 3.7.6.

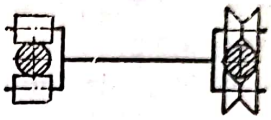


Fig. 3.7.7.

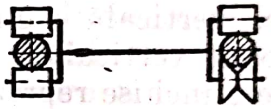


Fig. 3.7.8.

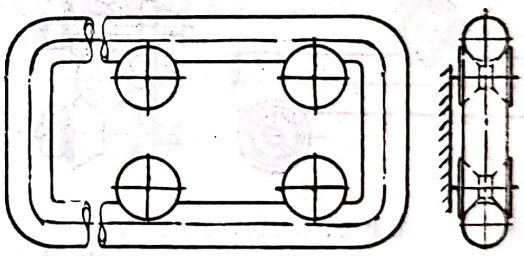


Fig. 3.7.9.

Ghidaje de translație cu roți pentru mașini de scris și stative de aparate Röntgen

oarecum dublată și astfel se ajunge la execuția reprezentată schematic în fig. 3.7.7. Asemănătoare este ghidarea căruciorului la un stativ de aparat Röentgen (fig. 3.7.8). Construcția considerabil mai simplă reprezentată în fig. 3.7.9 servește pentru același scop. Cele patru role dublu-conice, pe care circulă căruciorul executat din țevi cilindrice, sînt imobile în această soluție.

3.7.3. Ghidaje de translație prismatice

La ghidajele de translație cu roți pe suprafețe plane nu este necesară o asigurare specială împotriva rotirii în jurul axei ghidajului; în schimb, o construcție care să nu prezinte joc în nici una din direcții este mai greu de realizat în comparație cu ghidajele de translație cu roți pe suprafețe cilin-

drice. De aceea ghidajele de translație cu roți pe suprafețe plane se folosesc mai ales acolo, unde încărcarea acționează aproape exclusiv într-o anumită direcție și nu contează existența jocului într-o altă direcție.

În general se aleg roți cilindrice netede, de exemplu, ca cele reprezentate în fig. 3.7.10. În acest caz pot fi preluate de roți, bineînțeles, numai forțele care acționează exact în direcția săgeții, în timp ce forțele orientate lateral trebuie să fie preluate de ghidajul de alunecare dintre șinele de ghidare din lemn și plăcile laterale. La ghidajul deschis reprezentat în

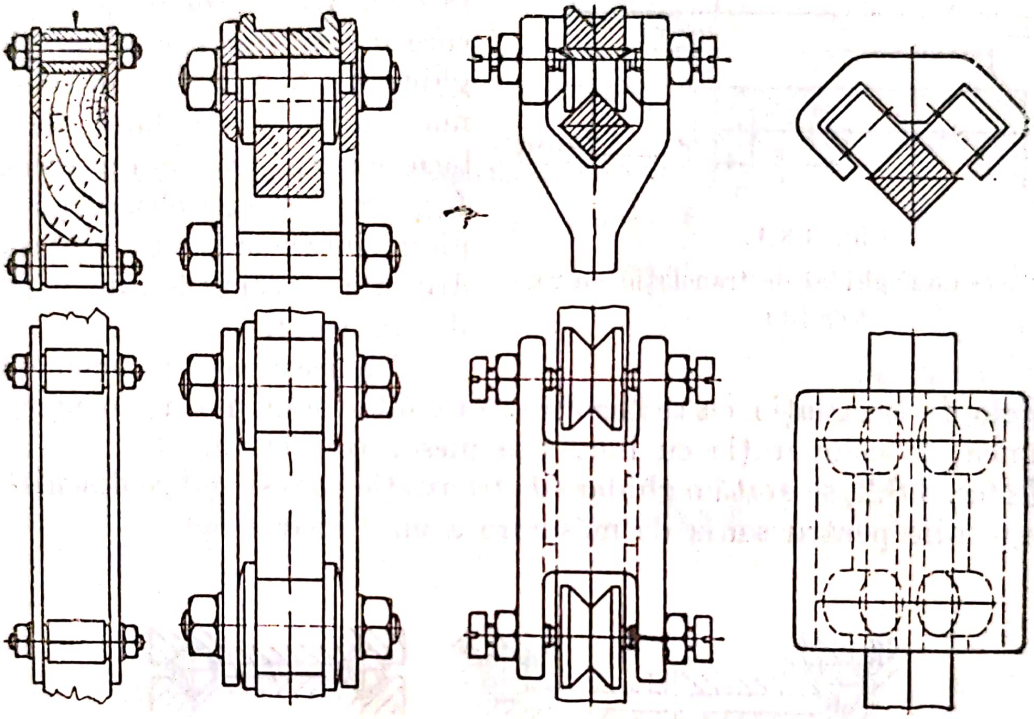


Fig. 3.7.10. Fig. 3.7.11. Fig. 3.7.12. Fig. 3.7.13.

Ghidaje de translație cu roți pe șine prismatice

fig. 3.7.11 pentru căruciorul unei instalații de transport, roata de ghidare are două buze. În loc de acestea se pot prevedea și role dublu conice pe o șină de secțiune corespunzătoare (fig. 3.7.12). În acest caz ghidarea este fără joc, însă apare o frecare, deoarece din cauza vitezei periferice diferite la diferitele puncte ale suprafeței de contact a rolei apare totdeauna o oarecare alunecare. O construcție cu cîte două roți cilindrice (fig. 3.7.13) nu ar prezenta acest dezavantaj; ea corespunde ghidajului de translație cu roți pe suprafețe cilindrice reprezentat în fig. 3.7.3.

3.8. GHIDAJE DE TRANSLAȚIE CU ROSTOGOLIRE

La ghidajele de translație cu rostogolire, frecarea la ghidare este considerabil mai mică decît la ghidajele de translație cu roți. Ca și la rulmenții cu bile se așază bile sau alte corpuri de rostogolire între piesele care se mișcă

unele față de altele (fig. 3.8.1). Se preferă bilele, deoarece acestea pot fi executate cu foarte mare precizie, iar sarcina, de obicei redusă (în domeniul mecanicii fine), poate fi preluată cu siguranță de bile. Suprafețele de ghidare trebuie să aibă, ca și la rulmenții cu bile, o duritate superficială suficientă, pentru ca să fie evitate imprimări remanente datorită bilelor.

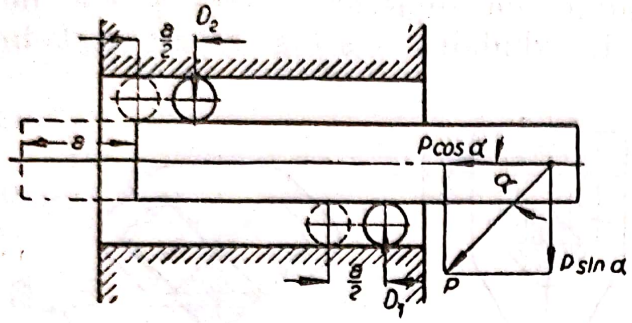


Fig. 3.8.1.
Solicitările unui ghidaj de translație cu rostogolire

Pentru calculul reacțiunilor și pentru aprecierea condițiilor de frecare sînt valabile formulele expuse la cap. 3.6.1; coeficientul de frecare μ este însă foarte mic, iar unghiul de înclinare α devine astfel mai mare. La ghidajul de translație cu rostogolire reprezentat în fig. 3.8.1 trebuie observat că, dacă piesa interioară este deplasată cu distanța a, centrele bilelor parcurg distanța $a/2$.

De aceea este recomandabil ca ghidajele de translație cu rostogolire să fie folosite numai acolo unde cursa este mică, în comparație cu lungimea piesei respective.

În fig. 3.8.2, se arată o ghidare de translație cu rostogolire deschisă, care folosește bile pentru sania de măsurare a unui aparat optic.

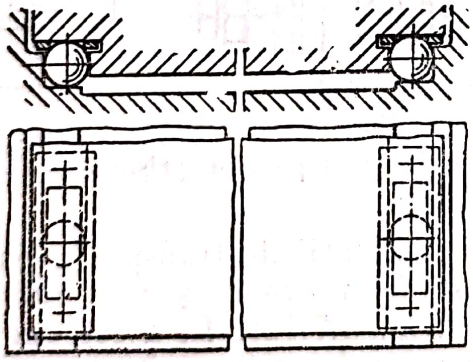


Fig. 3.8.2.

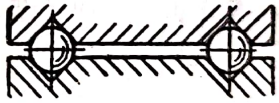


Fig. 3.8.3.

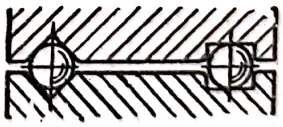


Fig. 3.8.4.

Ghidaje de translație cu rostogolire deschise pentru aparate optice

Dacă este necesară o ghidare care să nu aibă joc nici pe direcția laterală, poate fi aleasă o construcție ca cele rezultate din fig. 3.8.3 și 3.8.4. Execuția reprezentată în fig. 3.8.4., care corespunde ghidării de translație din fig. 3.6.39 și ghidării de translație pe roți din fig. 3.7.7., prezintă avantajul că ghidarea de face numai pe una din părți într-un canal în formă de pană.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă în locul bilelor trebuie folosite role cilindrice, pentru cazul direcției variabile a forței, rolele trebuie amplasate în perechi cu axele încrucișate (B_1 și B_2) ca, de exemplu, la ghidarea căruciorului unei mașini

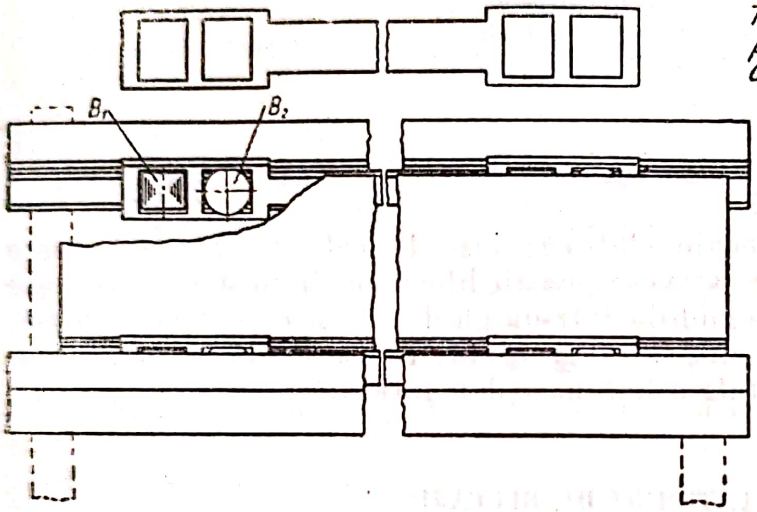


Fig. 3.8.5.

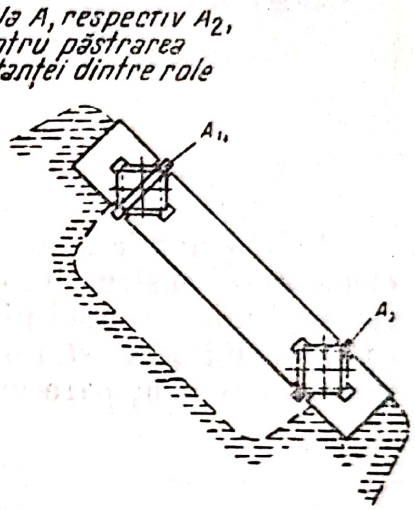


Fig. 3.8.6.

Ghidaje de translație cu rostogolire pentru căruciorul unei mașini de scris

de scris arătată în fig. 3.8.5 și 3.8.6. Pentru a asigura poziția reciprocă a rolelor, s-a prevăzut pentru cîte două perechi de role o bandă de tablă A_1, respectiv A_2, decupată corespunzător.

4. BLOCAJE

Sub denumirea de blocaje sînt cuprinse în cele ce urmează toate elementele constructive care servesc pentru blocarea, în măsură mai mare sau mai mică, a unei piese mobile într-un ghidaj, față de o a doua piesă, așa încît mișcarea să fie oprită sau îngreuiată. În starea de repaus, blocajul se transformă oarecum într-o îmbinare demontabilă.

4.1. TIPURI DE BLOCAJE

În tabela 4.1.1 sînt concentrate diferitele tipuri de blocaje. Se presupune că piesa S care trebuie blocată poate culisa într-o piesă F. Pentru a bloca piesa S s-a prevăzut o piesă de blocare H care de asemenea poate culisa în piesa F.

Cînd mișcarea piesei S (tabela 4.1.1, fig. *I A*) trebuie să fie oprită în ambele sensuri, se folosește un zăvor H, care este ghidat perpendicular pe direcția de translație și care pătrunde într-o decupare corespunzătoare a piesei S, obținîndu-se o asigurare prin formă. Pentru asigurarea blocării, se poate folosi un arc. În acest fel, piesa S este complet blocată în ambele sensuri. Prin retragerea zăvorului, blocajul fix, denumit blocaj de zăvorîre, poate fi desfăcut.

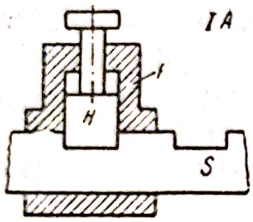
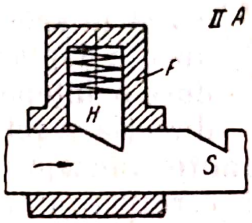
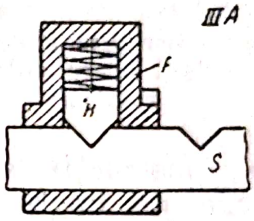
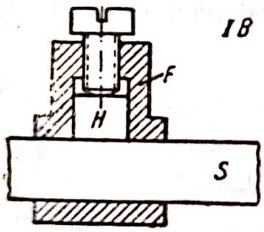
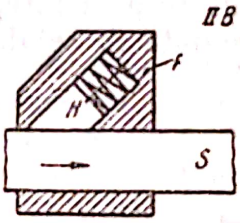
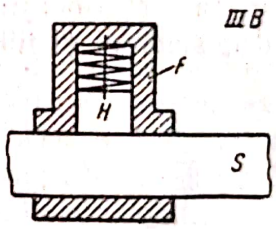
Cînd mișcarea trebuie blocată numai în una din direcții, zăvorul H (tabela 4.1.1, fig. *II A*) este teșit pe una din fețe, așa încît intrarea zăvorului să reprezinte o asigurare prin formă numai pentru o forță care acționează în sens contrar săgeții, în sensul celălalt existînd numai o asigurare prin forță. O forță care acționează în direcția săgeții ridică zăvorul de orientare H. Un asemenea blocaj de orientare este denumit blocaj de orientare prin dinte.

Dacă decuparea în piesa S capătă forma din tabela 4.1.1, fig. *III A*, cu teșire în ambele sensuri, se realizează un blocaj cu asigurare prin forță în ambele sensuri. În pozițiile respective apare numai o rezistență mărită (forță limită) împotriva mișcării, care poate fi învinsă de o forță mărită corespunzător. La o mișcare executată cu o forță uniformă, piesa S întîlnește deci în pozițiile respective locuri de indexare, așa încît asemenea blocaje pentru forța limită pot fi denumite blocaje prin indexare.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 4.1.1

Reprezentarea schematică a tipurilor de blocaje

Blocată în ambele sensuri	Mişcarea piesei *S* blocată într-un sens şi îngreuiată în celălalt sens	Îngreuiată în ambele sensuri, pînă la o forţă limită
 Blocaj de zăvorîre	 Blocaj de orientare prin dinte	 Blocaj prin indexare
 Blocaj de înţepenire	 Blocaj de orientare prin înţepenire	 Blocaj prin frînare
I. Blocaje fixe	II Blocaje de orientare	III. Blocaje pentru forţă limită

La blocajele reprezentate în tabela 4.1.1 prin fig. *I A*, *II A*, *III A*, piesa *S* este ţinută numai în una sau mai multe poziţii, determinate prin blocarea cu asigurare prin formă. La blocajul de zăvorîre mişcarea este oprită în ambele sensuri, la blocajul prin indexare ea este doar îngreuiată în ambele sensuri, iar la blocajul de orientare prin dinte este oprită în unul din sensuri iar în celălalt sens este numai îngreuiată.

Dacă piesa *S* urmează să fie blocată în orice poziţie dorită, este de la sine înţeles că nu trebuie să se prevadă decupări pentru piesa de blocare. În acest caz, piesa poate fi reţinută numai prin frecare, care să dea o asigurare prin forţă. Dacă frecarea trebuie să fie atît de mare, încît forţele care apar în funcţionare să nu poată mişca piesa *S*, se poate folosi un şurub

de blocare, care să dea naștere la presiunea puternică necesară. Pentru a putea mișca piesa S, blocajul trebuie să fie slăbit prin deșurubarea șurubului de blocare. Asemenea blocaje fixe se numesc blocaje prin înțepenire.

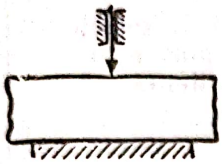


Fig. 4.1.1.

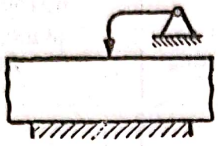


Fig. 4.1.2.

Blocaje pentru ghidaje de translație cu piesă de blocare culisantă sau rotativă

Este posibilă și o blocare într-un singur sens, în orice poziție a piesei S, folosindu-se în acest scop frecarea, dacă piesa de blocare H este amplasată într-un ghidaj înclinat, așa cum se arată de exemplu în tabela 4.1.1, fig. $II\,B$. O forță care acționează în sens contrar săgeții nu poate produce o deplasare a piesei S, deoarece se produce o înțepenire, în timp ce mișcarea în direcția săgeții este numai îngreuiată. Asemenea construcții sînt denumite blocaje de orientare cu înțepenire. Se alege un unghi de pană corespunzător de mic.

La construcțiile reprezentate în tabela 4.1.1 prin fig. $I\,B$, $II\,B$, $III\,B$, piesa S poate fi reținută în orice poziție, datorită frecării care dă o asigurare prin forță. La blocajul prin înțepenire mișcarea este oprită în ambele sensuri, la blocajul prin frînare este doar îngreuiată în ambele sensuri, iar la blocajul de orientare prin înțepenire mișcarea este oprită în unul din sensuri și numai îngreuiată în celălalt sens.

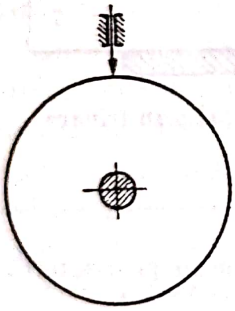


Fig. 4.1.3.

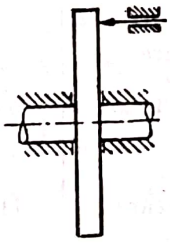


Fig. 4.1.4.

Blocaje pentru lagăre cu piesă de blocare culisantă care atacă radial sau axial

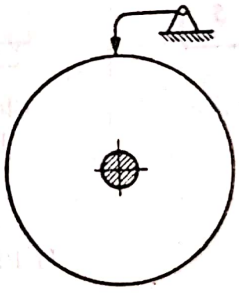


Fig. 4.1.5.

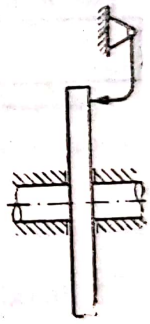


Fig. 4.1.6.

Blocaje pentru lagăre cu piesă de blocare rotativă care atacă radial sau axial

În concluzie, blocajele de zăvorîre și blocajele de înțepenire pot fi denumite blocaje fixe, blocajele de orientare prin dinte și cele prin înțepenire sînt blocaje de orientare, iar blocajele prin indexare și cele prin frînare pot fi denumite blocaje pentru forță limită.

În figurile schematice din tabela 4.1.1 s-a adoptat ca exemplu, atît pentru piesa S care se blochează, cît și pentru piesa de blocare H, un ghidaj de translație. În locul unei piese de blocare culisante se poate însă folosi și o piesă de blocare rotativă. Tot așa se pot bloca, prin piesa de blocare, și piese care se rotesc în lagăre. La asemenea blocaje pentru lagăre se mai face deosebirea între blocaje care atacă radial și care atacă axial, după

Scanned with OKEN Scanner

direcția în care piesa de blocare atacă piesa în rotație. De aci rezultă o grupare, care este caracterizată prin fig. 4.1.1—4.1.6, în care piesa de blocare este reprezentată schematic numai printr-o săgeată.

4.2. BLOCAJE FIXE

Blocajele fixe servesc pentru blocarea perfectă în condițiile de exploatare a unei piese mobile față de alta și față de forțe de orice direcție. Se folosește un blocaj de zăvorîre atunci cînd piesa mobilă trebuie blocată în anumite poziții și un blocaj prin înțepenire, dacă piesa trebuie blocată în orice poziție dorită.

4.2.1. Blocaje de zăvorîre

La un blocaj de zăvorîre, zăvorul pătrunde în piesa ghidată care trebuie blocată, dînd o asigurare prin formă, zăvorul fiind adus în poziția de lucru fie prin acțiunea unui arc, fie comandată manual. Pentru a se putea mișca piesa blocată, blocajul de zăvorîre trebuie desfăcut prin retragerea zăvorului. La executarea dreptunghiulară a locașului, iar a zăvorului ca în fig. 4.2.1, trebuie bineînțeles să se prevadă între zăvor și locaș un joc. Dacă poziția trebuie să fie asigurată fără joc, este necesară o formă de pană ca în fig. 4.2.2. În acest caz, unghiul nu trebuie să fie ales prea mic, pentru ca să nu rezulte o îmbinare prin împănare (cap. 2.6.1). Pentru a împiedica o desfacere a blocajului de zăvorîre, în cazul deplasării piesei blocate S, zăvorul în formă de pană trebuie să fie ținut în poziție printr-o asigurare prin forță, dată de un arc destul de puternic sau de un alt mijloc asemănător.

Blocaje de zăvorîre cu un singur locaș se întîlnesc mai ales la închizătoarele cu zăvorîre (blocaje cu zăvorîre cu o singură poziție). În celelalte cazuri se pot prevedea (fig. 4.2.1 și 4.2.2) mai multe locașuri, dacă este necesară reglarea unei piese în diferite poziții de funcționare (blocaje de zăvorîre cu mai multe poziții).

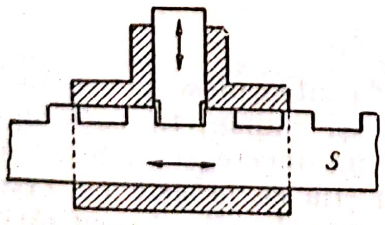


Fig. 4.2.1.
Blocaj cu zăvor plat

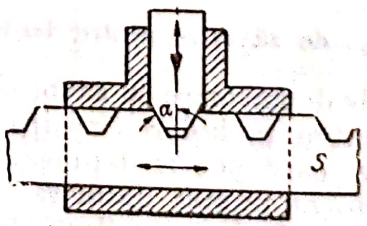


Fig. 4.2.2.
Blocaj cu zăvor în formă de pană

Corespunzător grupării generale valabile pentru blocaje (cap. 4.1), se deosebesc blocaje de zăvorîre pentru ghidaje de translație și pentru lagăre, putîndu-se folosi în fiecare din cazuri un zăvor culisant sau un zăvor rotativ.

Scanned with OKEN Scanner

4.2.1.1. Blocaje de zăvorîre pentru ghidaje de translaţie

Blocajele de zăvorîre pentru ghidaje de translaţie se folosesc mai ales atunci cînd o piesă culisantă trebuie să fie ţinută imobilă, în mai multe poziţii diferite. Pentru a se realiza în acest caz condiţia ca blocajul de zăvorîre să poată fi desfăcut prin apăsarea unui buton, se poate folosi construcţia arătată în fig. 4.2.3, la care braţul în unghi drept r al piesei de blocare d este ţinut printr-un arc în una din locaşurile barei ghidate S. Zăvorul r este asigurat împotriva răsucirii prin ghidarea într-un canal al piesei F.

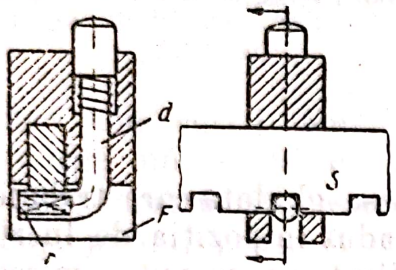


Fig. 4.2.3.

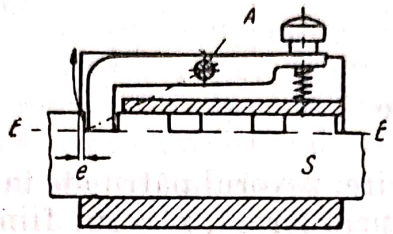


Fig. 4.2.4.

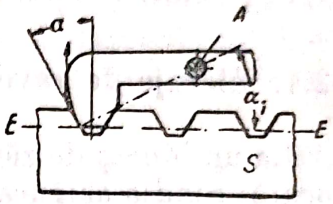


Fig. 4.2.5.

Blocaje de zăvorîre cu zăvor culisant şi zăvor rotativ pentru ghidaje de translaţie

Pentru a rezolva printr-un zăvor rotativ problemele care se pun construcţiei reprezentate în fig. 4.2.3, zăvorul poate fi executat ca prelungire a unei pîrghii cu două braţe ca în (fig. 4.2.4), în care se reprezintă un limitator mobil pe o riglă fixă, limitatorul putînd fi deplasat după apăsarea butonului. Dacă axul de rotaţie A se găseşte în afara liniei de angrenare $E—E$ corespunzătoare muchiei inferioare a zăvorului, ceea ce este de obicei necesar din motive constructive, atunci trebuie prevăzut pentru intrarea zăvorului în locaş un joc apreciabil, iar piesa ghidată S este deplasată, la ridicarea zăvorului, cu o distanţă e. Aceasta se poate evita prin execuţia zăvorului în formă de pană (fig. 4.2.5), unghiul α fiind egal sau mai mare decît unghiul de înclinare α_1 dintre raza corespunzătoare muchiei inferioare a zăvorului şi linia de angrenare $E—E$.

4.2.1.2. Blocaje de zăvorîre pentru lagăre

Blocajele de zăvorîre cu zăvor culisant pentru piese în lagăre se folosesc mai ales pentru închiderea recipienţilor, şi anume, fie ca simple zăvoare de închidere, care pot fi deplasate prin împingere cu degetul şi care sînt ţinute de obicei numai datorită frecării, fie ca broaşte cu zăvor, pentru care se folosesc chei. Se întîlnesc însă blocaje de zăvorîre cu zăvor culisant şi pentru blocarea unei piese în mai multe poziţii de folosire.

Şi blocajele de zăvorîre cu zăvor rotativ se folosesc uneori ca închizătoare. Zăvorul poate fi rotit cu mîna sau cu ajutorul unei chei. În principiu, fac parte din aceeaşi categorie toate închizătoarele de capace prin cîrlige sau clapete, precum şi capacele cu asigurare printr-un lacăt.

În fig. 4.2.6 se arată un exemplu de blocaj de zăvorîre printr-un zăvor radial culisant al unui disc rotativ, prevăzut cu locaşuri corespunzătoare,

Scanned with OKEN Scanner

zăvorul fiind tras în afară cu ajutorul unui buton. O construcție corespunzătoare cu zăvor culisant axial este arătată în fig. 4.2.7. Și la blocajul pentru un arc de detector, reprezentat în fig. 4.2.8, există un blocaj de zăvorîre cu zăvor axial, știftul care servește drept zăvor fiind imobil. Dacă arcul detectorului trebuie trecut în altă poziție, blocajul este desfăcut prin tragerea în sus a butonului, după care poate fi rotit. Pentru asigurarea blocării se folosește un arc de compresiune.

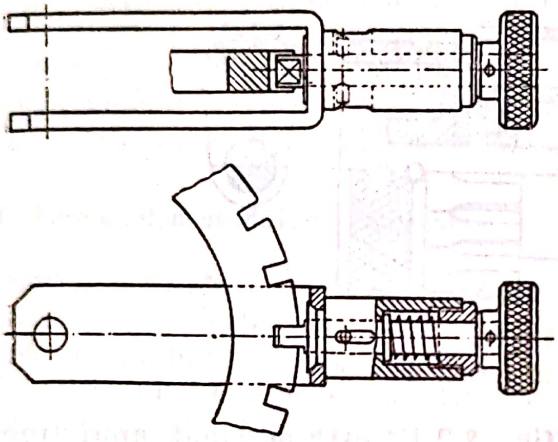


Fig. 4.2.6.

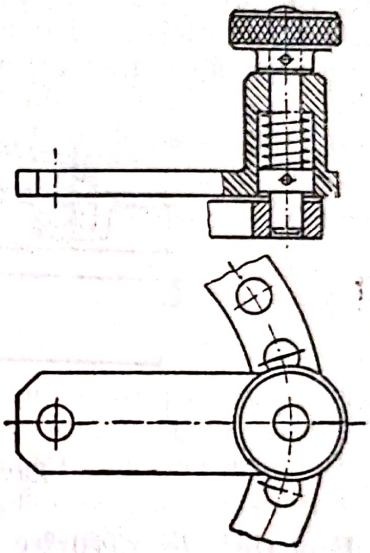


Fig. 4.2.7.

Zăvoare culisante pentru lagăre

Cînd un disc rotativ trebuie blocat în diferite poziții cu ajutorul unui zăvor rotativ, se poate obține un blocaj de zăvorîre aproape fără joc, chiar dacă zăvorul nu are formă de pană, dacă axa de rotire A este situată ca în fig. 4.2.9, pe o tangentă T la cercul primitiv K, în locul de contact al zăvorului. O soluție mai bună este folosirea unei intrări laterale ca cea reprezentată în fig. 4.2.10. Un exemplu de execuție pentru o construcție cu zăvor în formă de pană este arătată în fig. 4.2.11. O asemenea con-

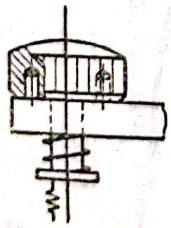


Fig. 4.2.8.

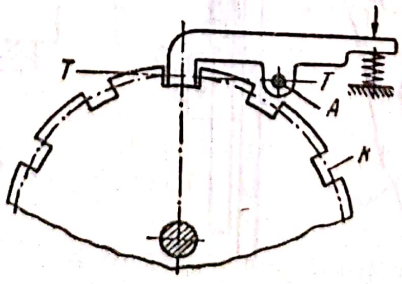


Fig. 4.2.9.

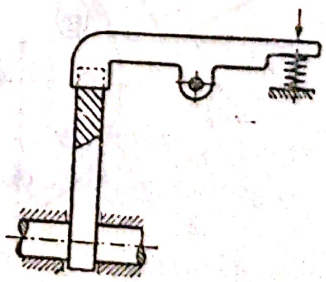


Fig. 4.2.10.

Amplasarea zăvorului la piesele care se rotesc în lagăre

strucție se deosebește de un blocaj prin indexare, datorită faptului că pentru a se putea trece de la o poziție la alta, elementul de zăvorîre trebuie scos din poziție, prin apăsarea pîrghiei.

Adeseori se folosesc pentru zăvoarele rotative articulații elastice cu arc, și anume tot ca închizătoare pentru recipienți. Astfel, în fig. 4.2.12 se reprezintă un blocaj de zăvorîre, la care o roată dințată A acționată de un arc spiral puternic, care nu este desenat pe figură (arcul motor al dispozitivului de înfășurare a hîrtiei pentru un aparat de măsurat), trebuie zăvorîtă automat, dacă se îndepărtează roata dințată B care angrenează cu roata A. În acest scop, roata dințată A este prevăzută cu o serie de găuri, în care intră de pe ambele fețe cîte un cep rotunjit (zăvor) fixat pe arcul lamelor C. În poziția de funcționare, lamele sînt îndepărtate una de alta de conul D, așa încît roata dințată este liberă.

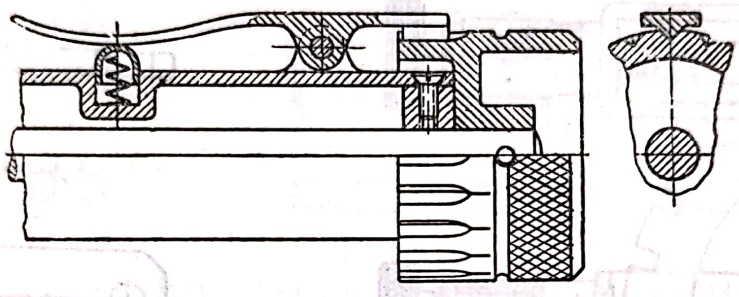


Fig. 4.2.11.
Zăvor de rotire în formă de pană

Blocajul de zăvorîre arătat în fig. 4.2.13 este destinat unui trepied din țevi metalice, extensibil și are particularitatea că, prin împingerea spre interior a cepurilor teșite care intră în găuri, blocajul de zăvorîre se transformă într-un blocaj de indexare, așa încît în această poziție țevile pot fi împinse una în alta.

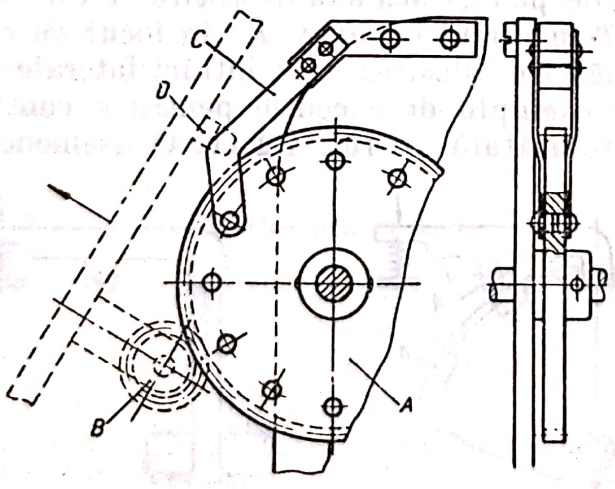


Fig. 4.2.12.

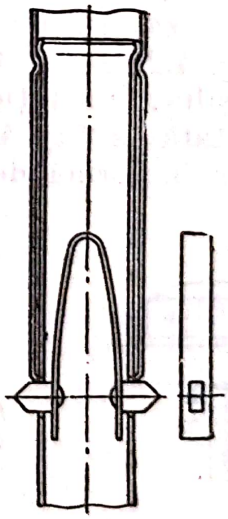


Fig. 4.2.13.

Articulații elastice cu arc folosite drept zăvoare rotative

Zăvoare rotative de tip special se întîlnesc la blocajele cilindrice, care servesc mai ales pentru blocarea reciprocă a doi arbori de transmisie la mecanisme de comandă cu roți dințate (cap. 8.7.2).

Scanned with OKEN Scanner

4.2.2. Blocaje prin înțepenire

Pentru a bloca piesa S (tabela 4.1.1, fig. $I\,B$) în ghidajul său F, astfel încît să nu se poată deplasa în nici o direcție sub influența forțelor care apar în funcționare, se folosește un element de înțepenire, de exemplu un șurub, care apasă o piesă de înțepenire H, cu forța necesară, pe suprafața netedă a piesei S, producînd astfel o forță de frecare, care este mai mare decît forțele de deplasare care apar în funcționare. O deplasare este posibilă numai după slăbirea înțepenirii; blocajul de înțepenire poate fi deci considerat și ca o îmbinare demontabilă a piesei S cu piesa F, fiind posibilă o deplasare relativă mare a pieselor care trebuie îmbinate. Blocajele de înțepenire se folosesc uneori și în locul îmbinărilor prin șuruburi, dacă piesele care trebuie îmbinate nu pot fi prevăzute cu găuri pentru filete sau pentru trecerea prin ele a șuruburilor, ca de exemplu la piese de sticlă, magneți din oțel călit, sîrme de conexiune etc.

4.2.2.1. Forma elementului de înțepenire

Pentru a produce frecarea puternică necesară, se folosește în general o transmisie de forță prin efect de împănare. De obicei se folosește ca element de înțepenire un șurub (fig. 4.2.14), iar uneori un excentric (fig. 4.2.15). Adeseori se prevede un limitator după depășirea punctului mort. Pentru efectul de înțepenire este determinat ca „unghi de împănare" unghiul de înclinare α dintre verticala ridicată din punctul de contact și linia de legătură dintre punctul de contact și punctul de rotire al excentricului. Mai rar se folosește ca piesă de înțepenire o pană plată (fig. 4.2.16). La forțe de deplasare de valoare mică care apar în timpul funcționării ajunge uneori chiar și efectul direct al unui arc de compresiune (fig. 4.2.17).

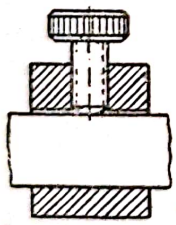


Fig. 4.2.14. Șurub

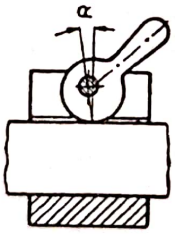


Fig. 4.2.15. Excentric

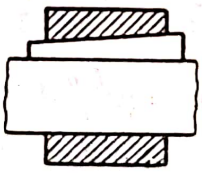


Fig. 4.2.16. Pană plată

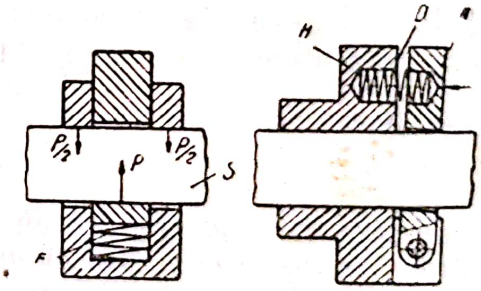


Fig. 4.2.17. Arcuri de compresiune

Fig. 4.2.18.

Arcul F apasă piesa S cu o forță P, așa încît în ghidaj rezultă în stînga și în dreapta cîte o reacțiune $P/2$. Efectul direct al unei forțe apare și la „blocajele de înțepenire" care se bazează pe așezarea înclinată a unei piese ghidate într-un ghidaj de translație (fig. 4.2.18). Sub influența arcului de compresiune D, piesa de înțepenire K prinsă articulat de piesa H se așază înclinat, așa încît se produce un puternic efect de înțepenire. Prin comprimarea arcului în direcția săgeții, se slăbește blocajul de înțepenire.

4.2.2.2. Solicitările blocajelor

Un calcul cu privire la mărimea efectului de înțepenire necesar se impune mai ales atunci cînd o pîrghie trebuie blocată pe un arbore cu asigurare împotriva rotirii datorită efectului unei forțe radiale. Forța P a unui șurub de tracțiune, care folosește, de exemplu, pentru fixarea unei pîrghii crestate (fig. 4.2.19), se poate calcula, dacă este dat momentul Ur care trebuie transmis de pîrghie și dacă se neglijează forța elastică care intervine la strîngerea bacurilor.

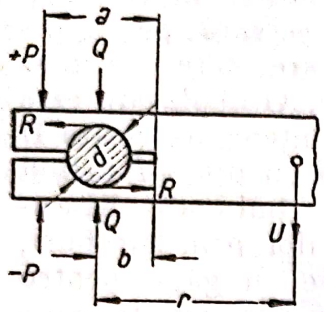


Fig. 4.2.19.
Solicitările unui blocaj de înțepenire cu efect radial

Momentul Ur care trebuie transmis trebuie să fie mai mic decît momentul M_R al rezistenței de frecare, care este produs de forța șurubului P

$$Ur < M_R.$$

Dacă se notează: Q — forța de apăsare exercitată de fiecare bac, μ — coeficientul de frecare, d — diametrul arborelui, a — brațul de pîrghie al forței P a șurubului și b — brațul de pîrghie al forței de apăsare Q, rezultă pentru cazul limită

$$Ur = M_R,$$

$$Ur = 2\mu Q \frac{d}{2} = \mu Q d.$$

Deoarece

$$P a = Q b,$$

adică

$$Q = \frac{P a}{b},$$

rezultă

$$M_R = \mu \frac{P a}{b} d,$$

respectiv

$$Ur = \mu \frac{P a}{b} d,$$

de unde

$$P = \frac{U r b}{\mu a d}.$$

Blocajul de înțepenire din fig. 4.2.19 este asigurat dacă se alege

$$P > \frac{U r b}{\mu a d}.$$

Dacă la piesele rotative efectul de înțepenire se realizează prin apăsarea axială, una înspre cealaltă, a suprafețelor plane ca în fig. 4.2.20, momentul rezistenței la frecare este

$$M_R = \frac{1}{3} \mu P \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Rezultă că M_R crește mult prin mărirea lui D. Deoarece din motive constructive uneori nu este posibilă mărirea diametrului D, rezultă necesitatea de a mări numărul suprafețelor în frecare, dacă se impune un efect de înțepenire deosebit de mare. Se realizează astfel un blocaj de înțepenire cu lamele (fig. 4.2.21). Forța P a șurubului acționează aici pe fiecare pereche de suprafețe, așa încît la n perechi de suprafețe, rezistența de frecare devine de n ori mai mare.

$$M_R = \frac{n}{3}\,\mu P\,\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}.$$

În fig. 4.2.21, lamelele S_1 și S_2, prevăzute cu posibilitate de deplasare axială, sînt îmbinate prin forma lor specială cu cele două piese de înțepenire A și P. Lamelele sînt construite sub formă de discuri inelare, care sînt

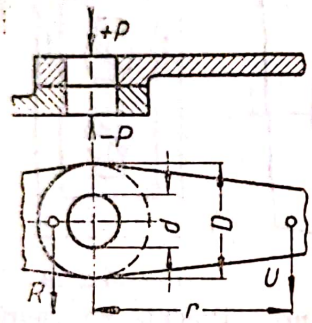
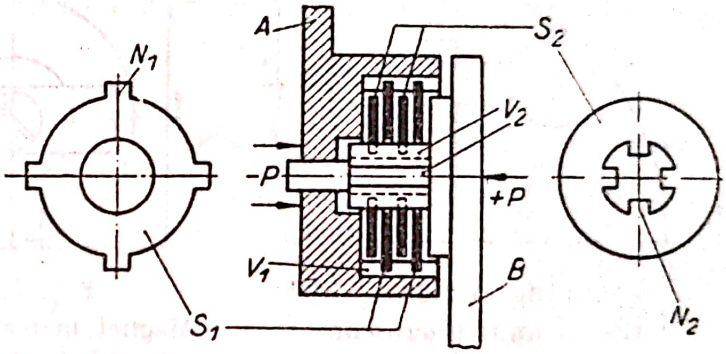


Fig. 4.2.20.
Blocaj de înțepenire cu efect axial



4.2.21.
Blocaj de înțepenire cu lamele

prevăzute pe conturul exterior, respectiv pe cel interior, cu cîte patru dinți N_1 și N_2. Acești dinți intră în canalele corespunzătoare V_1 și V_2 ale pieselor de înțepenire A și B. Dacă una dintre aceste piese este răsucită față de cealaltă, lamelele corespunzătoare sînt antrenate și ele prin canale și dinți. Pentru ca „mersul în gol" să fie cît mai mic, canalele și dinții trebuie să se ajusteze pe cît posibil fără joc.

4.2.2.3. Gruparea blocajelor de înțepenire

Deoarece blocajele de înțepenire presupun o ghidare a pieselor care trebuie blocate, ele se pot grupa după felul ghidajului. Astfel, există ghidaje pentru mișcări rectilinii (ghidaje de translație) și pentru mișcări de rotație (ghidaje în lagăre). Se întîlnește însă adeseori cazul ca elementul respectiv să fie deplasabil în toate direcțiile pe o suprafață plană (ghidaje pe plăci). Ghidaje pe suprafețe plane pot fi și la ghidajele de translație ale pieselor de formă prismatică (ghidaje de translație prismatice). La ghidajele pe suprafețe cilindrice se întîlnește adeseori cazul cînd nu s-a prevăzut o asigurare împotriva rotirii, așa încît piesa respectivă se poate roti și deplasa în direcția axială (ghidaje cilindrice). La blocajele de înțepenire pentru piese care se rotesc în lagăre mai trebuie remarcat în mod deosebit cazul cînd piesa respectivă este mobilă în toate direcțiile în genul unei articulații sferice.

4.2.2.4. Blocaje pentru ghidaje de plăci

Cînd o piesă este ghidată pe o suprafață plană, ea se poate deplasa în orice direcție pe suprafață. O asemenea piesă poată fi atunci blocată într-o poziție anumită cu ajutorul unui blocaj de înțepenire. Astfel de exemplu, clema reprezentată în fig. 4.2.22 servește pentru blocarea pe masă a lamelor de sticlă la microscoape. Piesa strunjită îmbinată cu un arc lamelar este introdusă liber într-o gaură din placa mesei microscopului și este blocată în locașul său prin așezarea înclinată datorită presiunii unilaterale

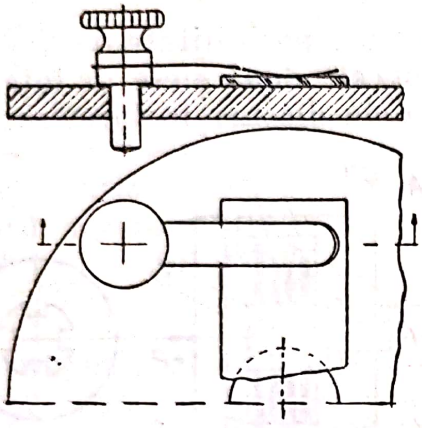


Fig. 4.2.22.
Clema unui microscop

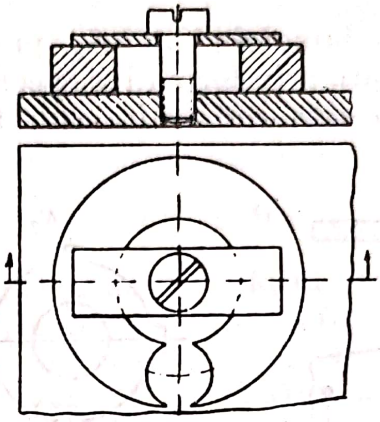


Fig. 4.2.23.
Magnet inelar pentru un aparat de măsurat cu bobină rotativă

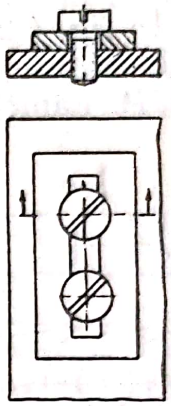


Fig. 4.2.24.
Plăcuță cu gaură longitudinală

a arcului lamelar. Se prevăd două asemenea blocaje de înțepenire cu arc, din care s-a desenat numai unul. Un alt exemplu este arătat în fig. 4.2.23. în care magnetul inelar al unui aparat de măsurat cu bobină rotativă este fixat, printr-o bridă și un șurub, pe masa aparatului. Un efect asemănător are blocajul de înțepenire reprezentat în fig. 4.2.24, la care există o plăcuță prevăzută cu o gaură longitudinală și fixată prin două șuruburi. Plăcuța este ghidată rectiliniu, prin tijele șuruburilor.

4.2.2.5. Blocaje pentru ghidaje de translație prismatice

Ghidajele de translație închise se folosesc de obicei pentru blocarea șuruburilor, a căror piuliță este formată de piesa de ghidare. Pentru a

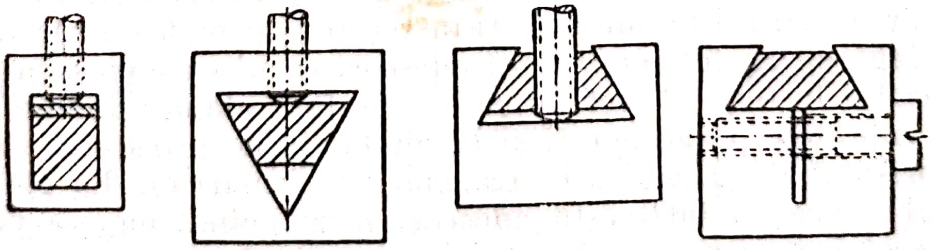


Fig. 4.2.25. Fig. 4.2.26. Fig. 4.2.27. Fig. 4.2.28.
Blocaje de înțepenire pentru ghidaje de translație prismatice

repartiza presiunea mai uniform și pentru a evita imprimarea capătului bombat al șurubului în rigla ghidată, se poate intercala o piesă separată

(fig. 4.2.25). La ghidajele de translație cu secțiune triunghiulară sau trapezoidală, șurubul atacă de preferință astfel, încît piesa ghidată să fie împănată, poziția fiind astfel asigurată fără joc (fig. 4.2.26). La construcția reprezentată în fig. 4.2.27 se realizează același lucru, deoarece piesa ghidată poartă șurubul. În fig. 4.2.28 se arată un blocaj de înțepenire pentru o riglă gradată culisantă, corpul de ghidare fiind crestat, iar jumătățile care arcuiesc fiind strînse cu ajutorul unui șurub de tracțiune.

4.2.2.6. Blocaje pentru ghidaje cilindrice

La ghidajele cu suprafețe cilindrice circulare, asigurarea împotriva răsucirii poate fi realizată prin acționarea șurubului asupra unei suprafețe aplatisate (fig. 4.2.29) sau intrarea într-un canal longitudinal (fig. 4.2.30).

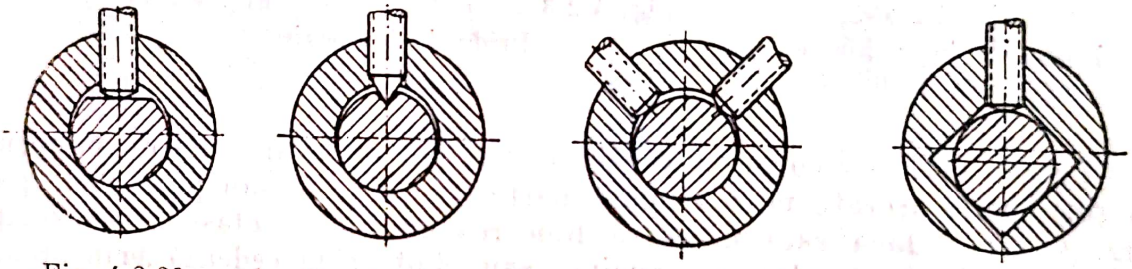


Fig. 4.2.29. Fig. 4.2.30. Fig. 4.2.31. Fig. 4.2.32.

Blocaje de înțepenire pentru ghidaje cilindrice

Dacă o piesă trebuie să fie reglată atît în jurul unei axe, cît și în direcție axială, este necesară o ghidare a piesei de formă cilindrică într-o gaură corespunzătoare, fără asigurare împotriva rotirii.

La blocajele de înțepenire cu șurub trebuie avut în vedere că poziția piesei ghidate într-o gaură cilindrică nu este asigurată fără joc. Remediul poate consta în prevederea a două șuruburi (fig. 4.2.31) sau prin ghidarea piesei cilindrice într-o bucșă cu gaură prismatică (fig. 4.2.32). În ambele cazuri poziția este asigurată prin înțepenirea în trei locuri (înțepenire în trei puncte). Dacă locul de apăsare creat prin atacul direct al șurubului nu supără, deoarece piesa respectivă în general nu se deplasează, și pe de altă parte este necesară o poziție deosebit de sigură, se poate folosi un șurub cu vîrf sau chiar un șurub cu tăiș inelar, care la strîngere se imprimă în materialul mai moale al piesei ghidate.

Cînd însă este necesară o deplasare repetată, se intercalează o piesă de presiune în fața șurubului, pentru a se evita strivirea piesei ghidate. Pentru acest scop servește limba arcuitoare (fig. 4.2.33), care ia naștere prin crestarea țevii. Filetul pentru șurub este amplasat într-o bucșă găurită

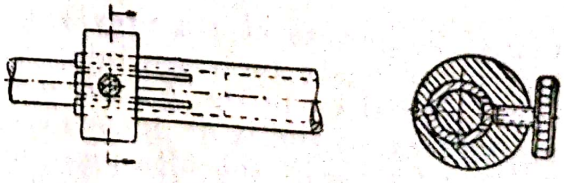


Fig. 4.2.33.

Blocaj de înțepenire cu limbă arcuitoare

excentric, trasă peste țeavă. Strivirea poate fi evitată și prin folosirea bacurilor de prindere, care îmbracă piesa ghidată și sînt de obicei strînse printr-o îmbinare cu șurub. Astfel, de exemplu, se arată în fig. 4.2.34 o construcție cu bucșă de ghidare cu gaură cilindrică, crestată, partea superioară B, ghidată într-o țeavă A, fiind apăsată , prin piulița înfundată C, înspre piesa D care trebuie înțepenită.

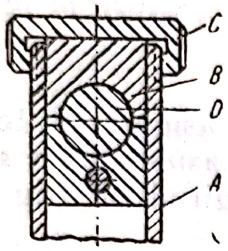


Fig. 4.2.34.
Blocaj de înțepenire cu bacuri de prindere

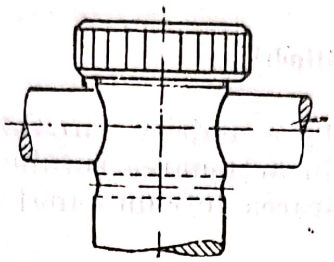


Fig. 4.2.35.

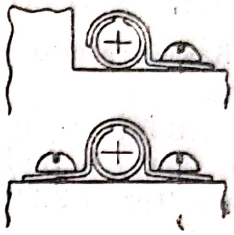


Fig. 4.2.36.
Bride de înțepenire

Pentru blocarea corpurilor cilindrice se pot folosi și bride de înțepenire cu șuruburile așezate pe o singură parte (fig. 4.2.35) sau pe ambele părți (fig. 4.2.36). Dacă este necesară blocarea unui corp elastic, de exemplu a unui conductor izolat în cauciuc, sau cînd brida cedează prin arcuire, ea poate fi strînsă pînă ce se reazemă pe suprafață în locurile de fixare. Uneori se pot înțepeni și mai multe conductoare alăturate printr-o bridă comună.

Cînd se impune o ghidare mai precisă, se folosesc construcții ca cele reprezentate în fig. 4.2.37—4.2.40, la care se realizează, prin creșterea corpului lagărului, elemente arcuitoare, care sînt strînse cu ajutorul unui șurub de tracțiune (bacuri de strîngere elastice). Trebuie semnalat că construcțiile reprezentate în fig. 3.2.37 și 4.2.38 se pot folosi, în general,

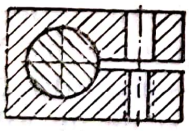


Fig. 4.2.37.

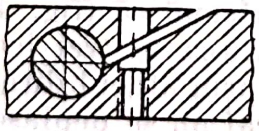


Fig. 4.2.38.

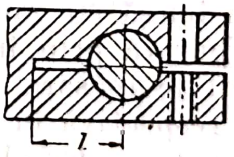


Fig. 4.2.39.

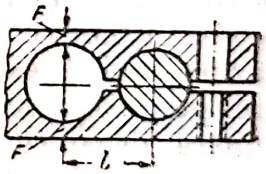


Fig. 4.2.40.
Blocaje de înțepenire cu bacuri de strîngere elastice

numai în ipoteza că s-a prevăzut un ajustaj fără joc, deoarece în caz contrar nu se poate realiza o înțepenire eficace. Este de preferat o prelungire a crestăturii ca în fig. 4.2.39, deoarece se obține o arcuire mai bună prin micșorarea secțiunii de încovoiere F (fig. 4.2.40).

Cînd un știft sau altă piesă asemănătoare trebuie fixat cu posibilitate de deplasare sau de înlocuire la capătul unei țevi mai lungi, țeava se crestează uneori la capătul respectiv, așa încît se creează două sau trei

urechi care arcuiesc și care pot fi strînse cu un manșon glisant cu gaură conică. O asemenea construcție se arată, de exemplu, în fig. 4.2.41 pentru fixarea unui vîrf de compas. Teava este prevăzută într-un loc cu filet exterior, iar manșonul cu filet interior corespunzător, așa încît prin rotirea manșonului în zona *U* se produce o deplasare, datorită căreia limbile *Z* care pot arcui sînt strînse. Construcții asemănătoare se întîlnesc la creioanele cu mină, mandrinele de găurit etc., precum și la clemele centrale din electrotehnică . În fig. 4.2.42 s-a desenat un blocaj de înțepenire care servește pentru fixarea unui cordon-pendul pentru un corp de iluminat, care se compune dintr-un niplu metalic *H*, o piuliță *M*, care este strunjită conic la unul din capete, și două garnituri izolatoare, arătate în fig. 4.2.43, care sînt apăsate pe cordon la strîngerea piuliței.

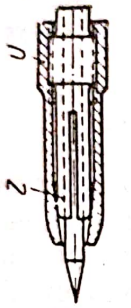


Fig. 4.2.41. Vîrf de compas

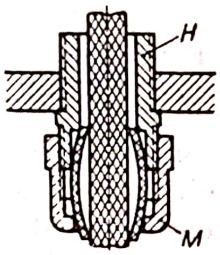


Fig. 4.2.42. Cordon de conductor

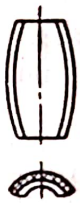


Fig. 4.2.43.

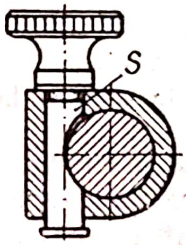


Fig. 4.2.44.

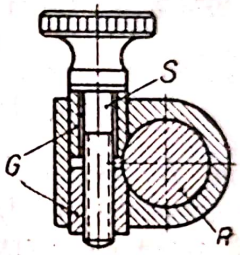


Fig. 4.2.45. Tijă de ghidare

În locul unui simplu șurub sau a unui excentric se întîlnește uneori drept piesă de înțepenire la blocajele suporturilor o pană, așa cum se arată în principiu în fig. 4.2.16. În cele mai multe cazuri, însă, pana este mișcată printr-un mecanism cu șurub, suprafața penei fiind înlocuită printr-o degajare cilindrică într-un bolț filetat sau altă piesă asemănătoare. La construcția reprezentată în fig. 4.2.44, bolțul filetat *S* avînd o degajare frezată corespunzător este tras în sus prin rotirea piuliței striate și apasă prin aceasta lateral pe tija suportului cuprinsă în manșonul de înțepenire. În fig. 4.2.45 se arată două bucșe separate *G*, care sînt strînse printr-un șurub și presate ca niște pene înspre bara rotundă *R*. Una din bucșe este filetată, în timp ce a doua este prevăzută cu o gaură de trecere.

În locul unui ghidaj simplu se poate prevedea și un ghidaj dublu, piesa de înțepenire acționînd în mijloc, între cele două porțiuni de ghidare, așa cum se arată, de exemplu, în fig. 4.2.46. Asemenea construcții, la care o bară cilindrică este ghidată într-o piesă în formă de furcă, sînt arătate în fig. 4.2.47—4.2.49. La blocajul de înțepenire cu potcoavă reprezentată în fig. 4.2.47, piesa culisantă este ghidată numai în potcoavă, iar șurubul de presiune acționează, ca și la construcția din fig. 4.2.50, direct asupra piesei culisante.

La blocajele prin înțepenire, reprezentate în fig. 4.2.48 și 4.2.49, drept piesă de înțepenire servește un excentric. Și la fixarea unei piese cilindrice culisante într-o gaură transversală, dată într-un suport cilindric, poate fi prevăzută o blocare de înțepenire cu ghidaj dublu (fig. 4.2.50),

folosindu-se în acest scop o bucşă prevăzută cu găuri laterale şi o piuliţă de înţepenire.

În fig. 4.2.51 se arată un blocaj de înţepenire cu arc, pentru conectarea unui conductor, blocarea fiind dată de forţa exercitată direct de un arc, aşa cum s-a arătat în fig. 4.2.17. În piesa inferioară U, executată din material izolant presat, este încastrată prin presare o piesă de racordare

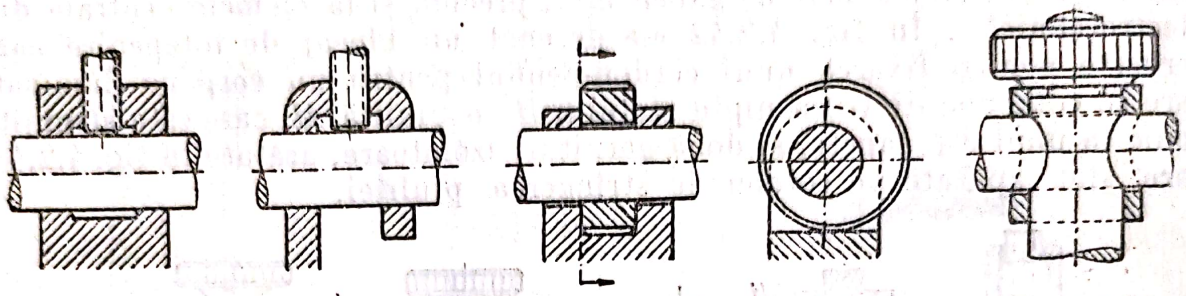


Fig. 4.2.46. Fig. 4.2.47. Fig. 4.2.48. Fig. 4.2.49. Fig. 4.2.50.

Blocaj de înţepenire la tije cilindrice cu ghidaj dublu

metalică R, goală la interior, care adăposteşte un arc de compresiune şi care serveşte pentru ghidarea unei piese cilindrice de presiune D. Pe această piesă este fixat un capac izolant K, care serveşte drept buton de comandă. Ştiftul transversal S împiedică o rotire a butonului K. Prin arcul de compresiune, conductorul este apăsat, prin intermediul piesei D, înspre pereţii găurilor din piesa de racordare R şi astfel este conectat cu aceasta. Prin apăsarea butonului K, blocajul de înţepenire este slăbit, aşa încît conductorul poate fi tras în afară şi reintrodus după nevoie.

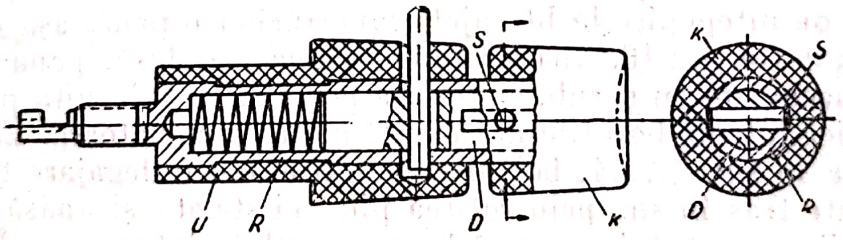


Fig. 4.2.51.

Blocaj de înţepenire cu arc pentru înţepenirea unui conductor electric

La aparatele optice şi la altele asemănătoare se întîlneşte adeseori cazul ca într-o piesă să culiseze două bare care se încrucişează şi care trebuie în acelaşi timp să fie blocate. Ca exemplu este arătat în fig. 4.2.52 un blocaj pentru suportul unei lupe. Aici, două piese culisante G_1 şi G_2 sînt aşezate culisant într-o ţeavă găurită în cruce. Prin strîngerea piuliţei M, piesa culisantă G_1 este apăsată pe bara S_1, iar aceasta la rîndul ei, pe piesa culisantă G_2, care se deplasează împreună cu bara S_2, pînă cînd aceasta se aşază pe peretele găurii în care este ghidată, realizîndu-se astfel blocarea întregului ansamblu. Arcul de compresiune din interior asigură o presiune oarecare, chiar cînd piuliţa este slăbită.

La execuţia arătată în fig. 4.2.53, prin strîngerea piuliţei striate, o dată cu blocarea piesei de înţepenire pe bară, se realizează o blocare a unei bare transversale în corpul de înţepenire crestat.

În electrotehnică, blocajele de înțepenire servesc pentru racordarea conductoarelor neizolate, precum și pentru fixarea cablurilor și a conductoarelor izolate, în general fără a se folosi posibilitatea de culisare. Dimpotrivă, blocarea prin efect de împănare, prin excentrice sau prin șuruburi este de obicei foarte folosită pentru a realiza o bună trecere a curentului electric.

Numărul blocajelor de înțepenire care pot fi luate în considerație pentru domeniul electrotehnicii este foarte mare, așa încît în lucrare nu se face decît o selecție limitată. Clemele din fig. 4.2.54 și 4.2.55 sînt mult

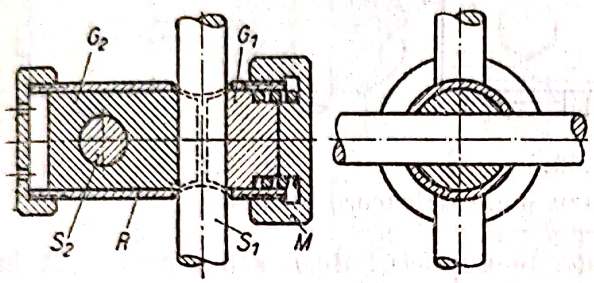


Fig. 4.2.52.

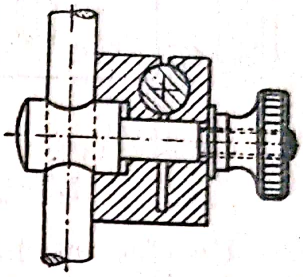


Fig. 4.2.53.

Blocaj de înțepenire pentru două bare cilindrice care se încrucișează

utilizate. La execuția reprezentată în fig. 4.2.55 trebuie relevat avantajul unei înălțimi constructive mici. Un șurub cu cap crestat (fig. 4.2.56 și 4.2.57) va fi preferat unui șurub cu cap striat, dacă se poate folosi o șurubelniță , deoarece ea permite o strîngere puternică a șurubului, mărindu-se astfel siguranța împotriva slăbirii îmbinării. La blocajul de înțepenire arătat în fig. 4.2.57, suprafața de înțepenire este frezată cu o înclinație, pentru ca conductorul care trebuie racordat să fie mai bine ținut. Acest conductor este presat de șurubul de blocare pe peretele canalului înclinat care s-a format. Papucii de cablu (fig. 4.2.58) se folosesc în primul rînd

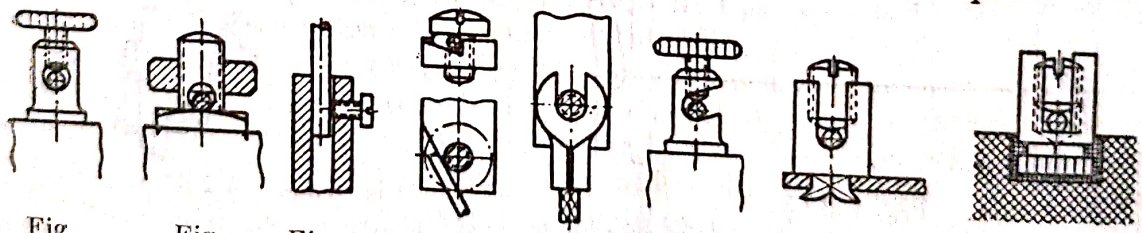


Fig. 4.2.54. Fig. 4.2.55. Fig. 4.2.56. Fig. 4.2.57. Fig. 4.2.58. Fig. 4.2.59. Fig. 4.2.60. Fig. 4.2.61.

Blocaje de înțepenire pentru piese de racord electrice

pentru racordarea sîrmei-liță. Cînd sîrmele nu pot fi împinse cu ușurință în direcția lor longitudinală, deci introducerea într-o gaură nu este posibilă, ele se introduc într-o crestătură a piesei de blocare, obținîndu-se astfel execuțiile arătate în fig. 4.2.59—4.2.61. Ultimele două soluții se întîlnesc frecvent la întrerupătoarele electrice de lumină. Piesa de înțepenire este, fie fixată prin nituire pe o piesă ștanțată din tablă (fig. 4.2.60), fie chituită în porțelan sau alt material asemănător (fig. 4.2.61). Sîrmele pot fi legate între ele ca în fig. 4.2.62 și 4.2.63. Pentru realizarea de ramificații, se folosesc cleme de ramificație (fig. 4.2.64).

La barele cilindrice se poate folosi în multe cazuri un blocaj de înțepenire al cărui efect se bazează pe așezarea înclinată. Cînd nu se cere o ghidare de translație precisă, ci este admisibil un joc mai mare, se poate renunța la o piesă separată de înțepenire (fig. 4.2.18). Acest caz se întîlnește, de exemplu, la blocajul de înțepenire pentru o piesă strunjită care poartă un arc lamelar, arătat în fig. 4.2.22.

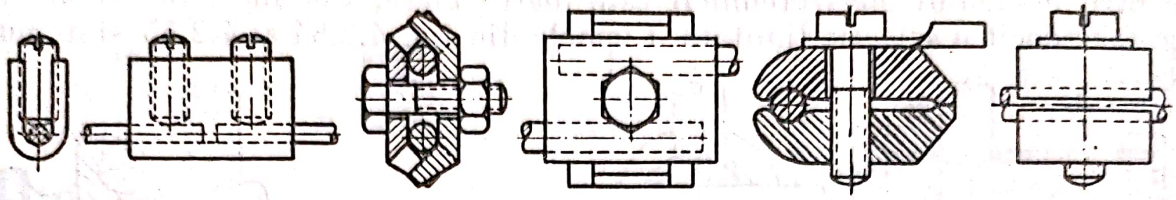


Fig. 4.2.62. Fig. 4.2.63. Fig. 4.2.64.

Blocaje de înțepenire pentru piese de racord electrice

Un efect asemănător se întîlnește la suportul de cască reprezentat în fig. 4.2.65. Cele două microreceptoare sînt completate cu bare cilindrice de reglaj *S*, care se pot roti și deplasa în piesa metalică *W*. Posibilitatea de deplasare este eliminată, în proporție suficientă, prin așezarea înclinată,

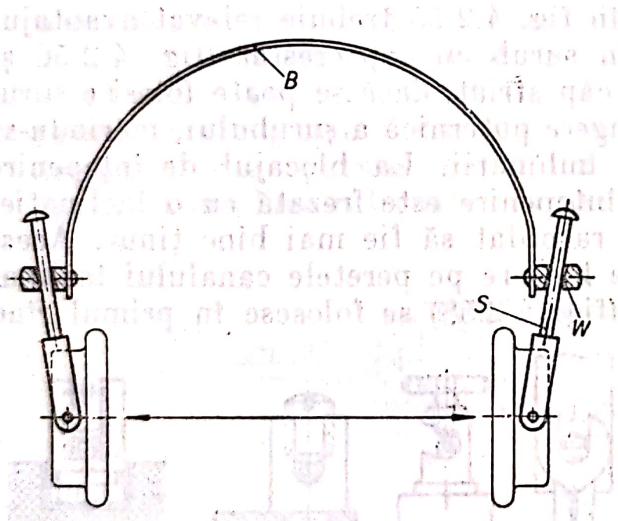


Fig. 4.2.65.

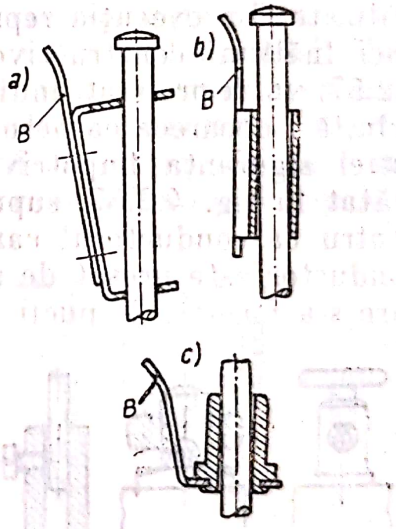


Fig. 4.2.66, 4.2.67 și 4.2.68.

Blocaje de înțepenire prin așezare înclinată pentru un suport de cască

îndată ce suportul elastic *B* este așezat pe cap care exercită astfel o contrapresiune în direcția săgeților. Posibilitatea de rotire se menține, ceea ce este de dorit, pentru ca microreceptoarele să se poată adapta de la sine formei capului. Pentru a îmbunătăți efectul de înțepenire, piesele metalice *W* sînt găurite oblic, așa încît barele *S* se reazemă pe muchii ascuțite. Execuții asemănătoare sînt arătate în fig. 4.2.66—4.2.68.

4.2.2.7. Blocaje pentru piese care se rotesc în lagăre

Pentru a bloca o piesă care se rotește într-un lagăr, ajunge un simplu șurub de blocare (fig. 4.2.69). Dacă trebuie să fie permisă numai o rotire în jurul axei suprafeței cilindrice, dar nu și o translație, această deplasare

de translație poate fi oprită prin folosirea unui șurub cu cep, montat radial, prin strunjirea unui canal, în care pătrunde cepul șurubului. Această construcție prezintă avantajul că fusul nu este deteriorat de cepul șurubului. Pentru piese care trebuie blocate frecvent, se recomandă execuția reprezentată în fig. 4.2.70. O poziție fără joc se obține însă numai cu un șurub cu vîrf ca în fig. 4.2.71. Eventual se poate adopta și o construcție ca cea arătată în fig. 4.2.72, la care șurubul cu vîrf este puțin deplasat într-o parte, ceea ce are drept efect tragerea umărului, în direcție axială, înspre suport. Dacă, de exemplu, un inel prevăzut cu o gradație trebuie fixat

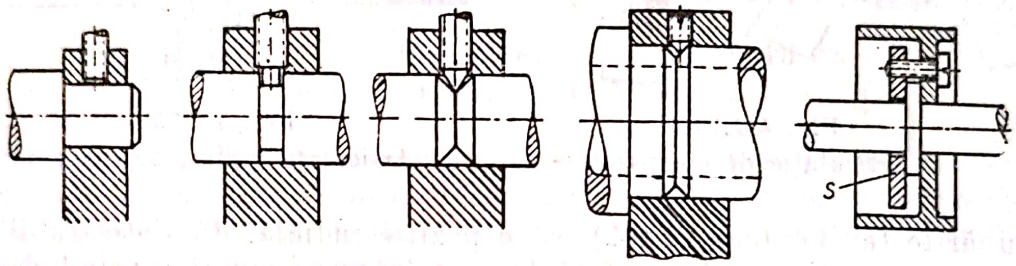


Fig. 4.2.69. Fig. 4.2.70. Fig. 4.2.71. Fig. 4.2.72. Fig. 4.2.73.
Blocaje de înțepenire la piese care se rotesc în lagăre

după reglarea precisă pe un arbore, se recomandă o blocare prin trei șuruburi care acționează axial, ca în fig. 4.2.73, unde se folosește o șaibă auxiliară *S* care se așază pe un umăr al arborelui, deoarece într-un asemenea caz nu există riscul ca poziția reglată să se schimbe la blocare.

La construcțiile de lagăre ca în fig. 4.2.20, înțepenirea în direcția axială se realizează, în modul cel mai simplu, prin executarea fusului în formă de bolț filetat, piesele care trebuie blocate fiind strînse printr-o piuliță. La articulația de compas arătată în fig. 4.2.74, se folosește în același timp arcuirea celor două urechi exterioare.

Blocajul devine mai eficace dacă nu este prevăzut pe axa de rotire, ci pe unul din brațe, care este legat de celălalt braț printr-o șină în formă de arc de cerc. Dacă însă, nu se poate evita ca blocarea să se facă pe axa de rotație și totuși trebuie realizată o blocare puternică, trebuie folosit fie un blocaj de înțepenire cu lamele ca în fig. 4.2.21, fie suprafețe conice speciale care să mărească frecarea.

Realizarea unui blocaj pentru articulația unui binoclu este arătată în fig. 4.2.75. Asemenea construcții au drept scop să regleze distanța dintre cele două lunete, adaptînd-o distanței dintre ochi (distanței pupilare). Cele două lunete sînt amplasate pe cele două pîrghii care sînt îmbinate dinspre stînga și dinspre dreapta de coloana centrală. Pîrghiile pot fi reglate la diferite unghiuri între ele și pot fi blocate în aceste poziții. Aceasta se realizează prin două șaibe introduse una în alta și prevăzute cu suprafețe conice. Șaiba inferioară poartă o gaură filetată și este îmbinată prin șuruburi cu pîrghia din dreapta, în timp ce șaiba superioară este cuplată printr-un știft de blocare cu pîrghia din stînga. Prin strîngerea șurubului cu cap striat, cele două șaibe sînt strînse puternic, corespunzător efectului de împănare.

La blocajele de înțepenire pentru piese din țeavă (fig. 4.2.76 și 4.2.77), blocarea se face prin piulițele olandeze *f*. În acest scop, pe țeava de diametru mai mic trebuie prevăzută o flanșă, realizată, de exemplu, printr-o bucșă fixată prin lipire (fig. 4.2.76) sau prin răsfrîngerea capătului țevii (fig. 4.2.77). Asemenea blocaje de înțepenire prezintă avantajul, față de

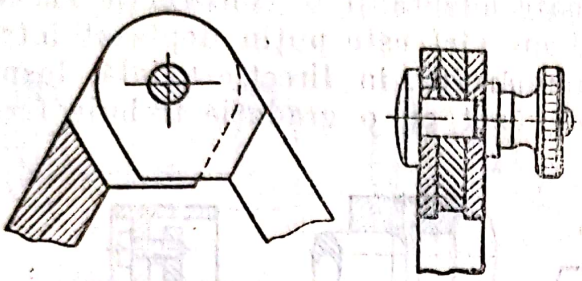


Fig. 4.2.74.
Articulație de compas

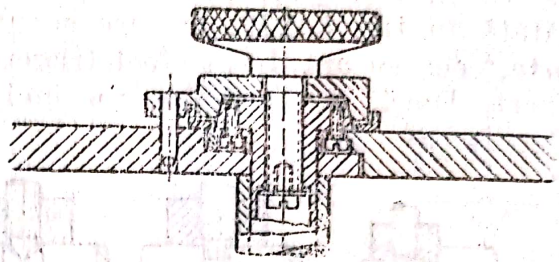


Fig. 4.2.75.
Articulație pentru un binoclu

înșurubările țevilor (cap. 2.6.2), că o poziție radială, dinainte stabilită, a celor două piese din țeavă una față de cealaltă nu se modifică prin îmbinarea cu ajutorul piuliței.

La blocajele de înțepenire pentru lentile, de exemplu la obiective, adică la îmbinările lentilelor din sticlă cu ramele metalice, se alege un blocaj de înțepenire ca în fig. 4.2.78 sau 4.2.79 în locul unei îmbinări

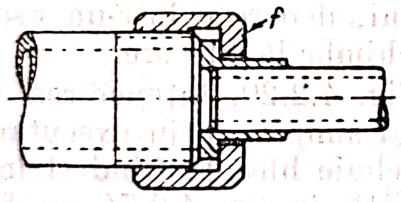


Fig. 4.2.76.

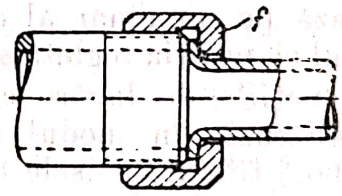


Fig. 4.2.77.

Blocaje de înțepenire cu piulițe olandeze pentru piese din țeavă

prin răsfrîngere, dacă lentila trebuie să fie reglată printr-o rotire în ramă, ceea ce este uneori necesar la asamblarea aparatelor optice. Ca piesă de înțepenire se folosește, la execuția din fig. 4.2.78, un inel înșurubat. Deoarece la înțepenirea unor asemenea piese din sticlă presiunea de înțepe-

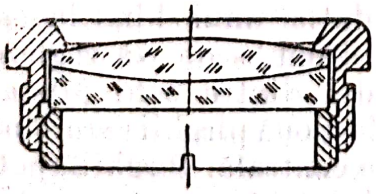


Fig. 4.2.78.
Inel cu filet

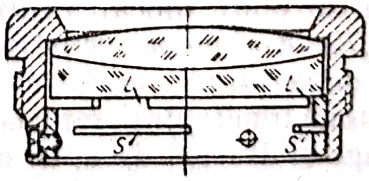


Fig. 4.2.79.
Inel elastic

nire trebuie să fie redusă, acest inel trebuie să fie oprit într-o anumită poziție. Aceasta se realizează printr-un mers mai greu la înșurubarea pe filetul metric fin care este folosit. Este preferabilă folosirea unui inel elastic

ca în fig. 4.2.79, care este ținut în ramă prin trei șuruburi. Arcuirea este asigurată prin trei crestături S repartizate uniform pe circumferință. Forța de arcuire este transmisă asupra lentilei prin trei urechi L, care sînt amplasate deasupra crestăturilor S. Dacă blocajele de înțepenire ale lentilelor trebuie să fie deosebit de ieftine, poate fi aleasă o construcție ca în

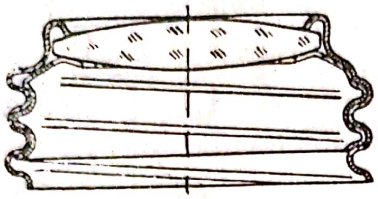


Fig. 4.2.80.

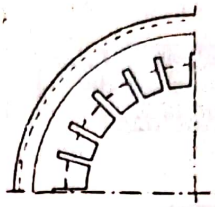


Fig. 4.2.81.

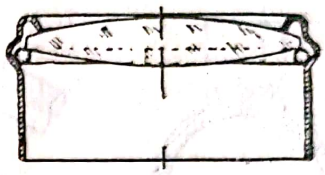


Fig. 4.2.82.

Blocaje de înțepenire pentru lentile

fig. 4.2.80 sau 4.2.81, la care, de regulă, nu se pune preț pe posibilitatea de reglare a lentilei. Ca piesă de înțepenire, în fig. 4.2.80 se folosește un inel filetat cu crestături radiale, realizat prin presare (fig. 4.2.81), iar în fig. 4.2.82, un arc inelar simplu (cap. 2.7.2).

4.2.2.8. Blocaje pentru articulații sferice

Cînd se pune problema ca o piesă să poată oscila în orice direcție în jurul unui punct și să fie fixată în poziția dorită, trebuie folosită o articulație sferică. Fusul sferic poate fi amplasat atunci fie pe piesa imobilă, fie pe cea mobilă. Cealaltă piesă poartă atunci „lagărul" de forma unei cupe sferice, care îmbracă fusul sferic în asemenea proporție, încît să se realizeze o asigurare prin formă, unghiul de înclinare α fiind mai mic decît 180° (fig. 4.2.83). Pentru a putea fixa o asemenea articulație sferică în orice poziție, piesele pot fi blocate radial sau axial, și anume tot prin efect de înșurubare, de împănare sau prin excentric. În acest scop, lagărul este de obicei crestat în direcția corespunzătoare și cele două jumătăți de lagăr sînt presate una înspre alta, așa încît ele să cuprindă puternic fusul sferic.

La o blocare radială lagărul poate fi format, ca la articulația sferică arătată în fig. 4.2.84, din două urechi arcuitoare ale suportului prevăzute cu suprafețe conice, care sînt strînse cu o piuliță, folosindu-se efectul de împănare de pe suprafața conică. La suportul de lupă din fig. 4.2.85 s-a prevăzut o dublă articulație sferică, pentru a mări posibilitatea de reglaj. Aici s-au prevăzut două piese de înțepenire separate, dintre care fiecare poartă o jumătate de lagăr și care sînt strînse printr-un șurub. La construcția reprezentată în fig. 4.2.86, nu lagărul, ci fusul este împărțit printr-o crestătură în două bacuri elastice, care sînt împinse către lagăr, printr-un con comandat de o piuliță.

Mai des se întîlnește, mai ales la blocajele pentru suporturi, blocarea axială, la care de obicei lagărul este astfel secționat pe mijloc, încît fusul sferic se așază într-o cupă și este ținut printr-un inel de siguranță. La construcția arătată în fig. 4.2.87, cele două părți ale lagărului sînt asamblate prin înșurubare directă. S-a mai prevăzut și un arc de compre-

siune, pentru a menține, ca și în fig. 4.2.52, un mers mai greu chiar atunci cînd piulița este slăbită. În afară de aceasta, s-a prevăzut și un limitator pentru mișcarea de rotație a piuliței, pentru ca la slăbire să nu poată fi desfăcută. La execuția arătată în fig. 4.2.88 cele două piese sînt presate

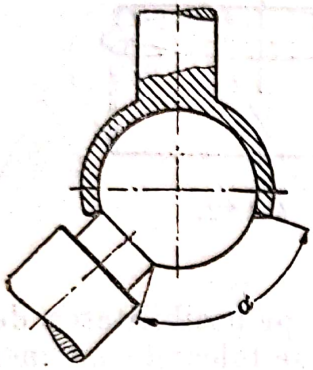


Fig. 4.2.83. Articulație sferică

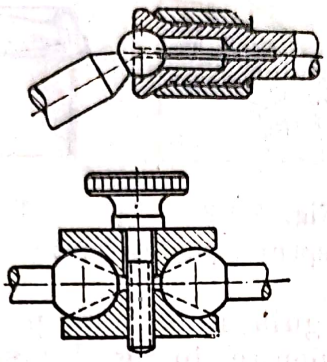


Fig. 4.2.84. Blocaje de înțepenire cu efect radial de articulații sferice

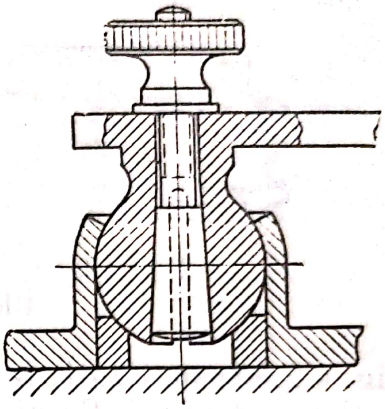


Fig. 4.2.85.

Fig. 4.2.86.

una pe alta printr-o piuliță olandeză. Marginea tubului *H* are trei decupări, iar piesa ștanțată *S* poartă trei urechi, care intră în decupările tubului, evitînd astfel rotirea piesei *S* în timpul strîngerii piuliței.

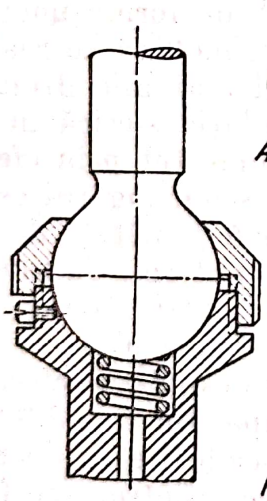


Fig. 4.2.87.

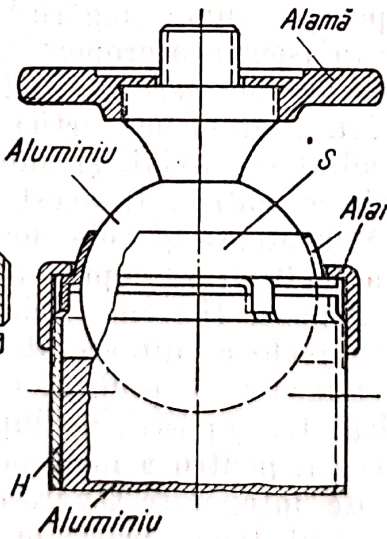


Fig. 4.2.88.

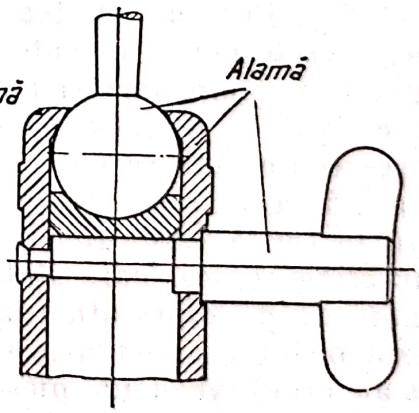


Fig. 4.2.89.

Blocaje de înțepenire cu efect exial la articulații sferice

La construcția reprezentată în fig. 4.2.89, inelul care ține fusul sferic este executat dintr-o bucată cu țeava suportului, iar fundul lagărului este mobil. Pentru blocare se folosește un excentric, care poate fi rotit cu ajutorul unui mîner. Blocarea se realizează chiar pentru un unghi de rotație relativ mic.

Scanned with OKEN Scanner

4.3. BLOCAJE DE ORIENTARE

Un blocaj de orientare are sarcina de a împiedica mișcarea unei piese într-o anumită direcție, în timp ce mișcarea în direcția opusă rămîne posibilă. Dacă mișcarea este blocată prin asigurare prin formă, se obține un blocaj de orientare cu dinți, iar la asigurarea prin forță — un blocaj de orientare prin înțepenire. Blocajele de orientare se întîlnesc aproape exclusiv la mișcările de rotație, excepțional însă, și la mișcări de translație. Ele se folosesc mai ales ca blocaje împotriva mersului înapoi la întoarcerea mecanismelor de ceasornic etc.

4.3.1. Blocaje de orientare cu dinți

Blocajele de orientare cu dinți pentru mișcări de rotație se construiesc, de obicei, ca în fig. 4.3.1. Una din piesele care se mișcă poartă o roată de blocare, al cărui centru corespunde cu centrul lagărului și care este prevăzută cu dinți de ferăstrău. Această roată angrenează cu un clichet de blocare care se poate roti în jurul unui ax fixat pe a doua piesă. Clichetul de blocare este apăsat. printr-un arc sau prin gravitație, pe periferia roții de blocare. Dacă roata de blocare este rotită în direcția săgeții, clichetul este ridicat din poziția de angrenare de către flancul dintelui, cade în golul următor și așa mai departe. O mișcare a roții de blocare în sens opus săgeții nu se poate executa, din cauza asigurării prin formă dintre flancul înclinat al dintelui și fața frontală a clichetului. Momentul M care acționează în această direcție, produce presiunea $P = M/r$, cu condiția ca suprafețele respective ale dinților să fie orientate exact axial, iar presiunea P să lucreze tangențial. Dacă axa de rotație a clichetului se găsește pe această tangentă (fig. 4.3.1 sus), presiunea P este transmisă direct asupra lagărului clichetului. Clichetul de blocare poate fi executat fie sub forma de clichet de compresiune (pe fig. 4.3.1, desenat cu linia plină), fie ca clichet de tracțiune (desenat cu linia întreruptă). Pentru simplificarea execuției și pentru o solicitare mai favorabilă se folosesc pe cît posibil clicheți de compresiune.

Situația nu mai este atît de simplă dacă, așa cum se arată în fig. 4.3.1 jos și în dreapta, axa de rotație a clichetului de blocare se găsește în afara sau înăuntrul tangentei. Descompunerea presiunii tangențiale P dă o componentă radială P_2, care acționează în primul caz spre interior, în al doilea caz spre exterior. Construcția arătată în fig. 4.3.1 dreapta trebuie pe cît posibil evitată, deoarece forța P_2 are tendința de a scoate clichetul din angrenare, în timp ce la construcția arătată în partea de jos forța P_2 împinge clichetul în sensul agrenării. Dacă se urmărește, cu orice condiție, ca clichetul să fie scos din angrenare, axa de rotație a clichetului de blocare trebuie așezată în afara tangentei și chiar în afara unghiului ρ, în care valoarea $\operatorname{tg}\rho$ este egală cu coeficientul de frecare. Pentru siguranță, se poate adopta $\operatorname{tg}\rho = 0{,}3$. Peste acest unghi nu se trece, deoarece în caz contrar presiunea P_1 s-ar mări în mod inutil.

Dacă axa de rotaţie a clichetului de blocare trebuie amplasată pe tangentă sau chiar în interiorul acesteia, se poate obţine o angrenare sigură şi prin aceea că flancurile dinţilor nu se amplasează radial, ci înclinat, înapoi cu un unghi β (fig. 4.3.2). În locul tangentei este atunci determinantă pentru poziţia axei de rotaţie a clichetului de blocare perpendiculara ridicată pe flancul dintelui. Trebuie avut în vedere însă că, la intrarea clichetului, muchia acestuia (fig. 4.3.1, jos) atinge muchia dintelui în punctul *A* şi deci roata trebuie să meargă înapoi cu distanţa *a* pentru a ajunge în poziţia de blocare. Dacă lovitura care se produce astfel sau pierderea de drum generată astfel trebuie să fie evitate, se foloseşte construcţia tangenţială (fig. 4.3.2), în care caz însă angrenarea clichetului trebuie asigurată printr-o forţă de apăsare *F* suficientă.

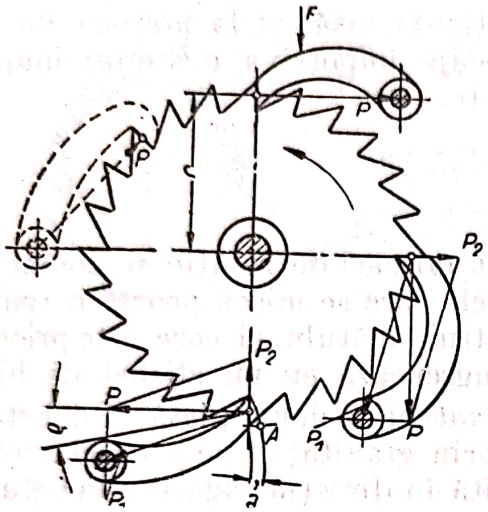


Fig. 4.3.1.

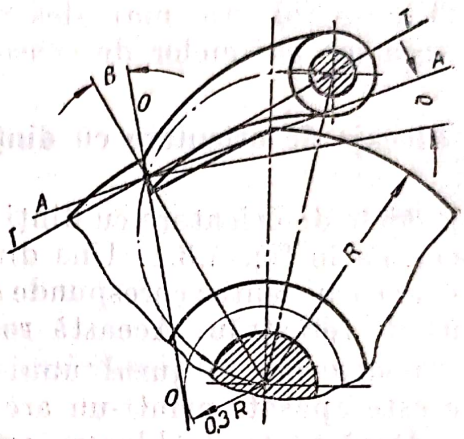


Fig. 4.3.2.

Amplasarea clichetului la blocajele de orientare cu dinţi

4.3.1.1. Proiectarea formei

La proiectarea pieselor active ale blocajelor de orientare prin dinţi nu este de obicei necesar un calcul de rezistenţă, deoarece solicitarea prin şocuri poate fi greu prinsă în calcul. La blocajele cu funcţionare foarte frecventă însă, îndeosebi la mecanisme de comandă, trebuie luată în consideraţie uzura clichetului de blocare pe suprafeţele de lucru. Este recomandabil ca muchia clichetului să fie uşor rotunjită, pentru a evita ca, în cazul unei execuţii insuficient de ascuţite a golurilor dintre dinţi, clichetul să se înţepenească între dinţi. Pe cît posibil trebuie căutat ca suprafeţele dintelui şi clichetului să se ajusteze bine, pentru a evita o prea mare solicitare a materialului. Deoarece însă această cerinţă este, de obicei, greu de realizat, este recomandabil ca efortul la compresiune a alamei să nu depăşească în general 20 pînă la 30 kgf/cm². Uzura dinţilor roţii de blocare este în general mai puţin probabilă, deoarece solicitarea se repartizează pe mai mulţi dinţi. Din acest motiv, roţile de blocare pot fi executate dintr-un

material mai moale, în timp ce clichetul se execută din oțel, de obicei călit și revenit. O atenție deosebită trebuie dată și dimensionării rezemării clichetului de blocare, deoarece apare o uzură mare la blocaje puternic solicitate.

Pentru a micșora solicitarea, diametrul roții de blocare nu se va alege prea mic, cu atît mai mult cu cît în acest caz se poate mări și numărul de dinți, fără ca pasul t și deci grosimea dinților să devină prea mici. Cu cît este mai mare numărul de dinți, cu atît este mai mic unghiul de rotire, în interiorul căruia nu există blocare și cu atît mai mică este și solicitarea prin șocuri a pieselor active la o întoarcere bruscă de sens. După cum rezultă din fig. 4.3.3, înălțimea dinților h se alege în general egală cu $t/2$,

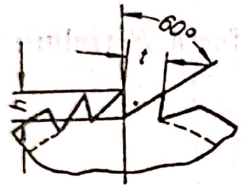


Fig. 4.3.3.

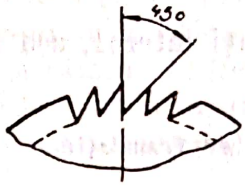


Fig. 4.3.5.

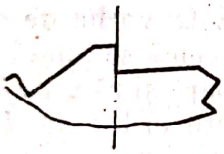


Fig. 4.3.4.

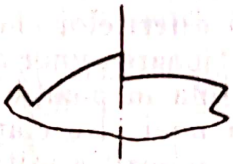


Fig. 4.3.6.

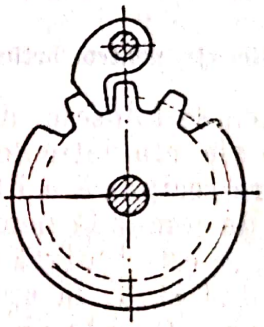


Fig. 4.3.7.

Forma dinților de blocare la blocaje de orientare cu dinți

ceea ce corespunde unui unghi al golului dintre dinți de aproximativ 60°. Se întîlnesc însă și flancuri de dinți cu înclinație pînă la 45° (fig. 4.3.5). Trebuie avut în vedere, însă, că în acest caz forța necesară pentru rotirea roții de blocare crește corespunzător, datorită efectului clichetului de blocare apăsat de un arc sau alt dispozitiv asemănător și care lucrează ca un blocaj prin indexare. Pentru a evita pe cît posibil acest lucru, numărul dinților trebuie micșorat. Se poate alege atunci construcția reprezentată în fig. 4.3.4 sau cea din fig. 4.3.6, unde flancul dinților este curbat după o spirală sau după un arc de cerc corespunzător. La o formă și poziție corespunzătoare a clichetului de blocare se poate folosi eventual drept roată de blocare chiar și o roată dințată obișnuită (fig. 4.3.7).

4.3.1.2. Clasificarea blocajelor de orientare

La blocajele de orientare cu dinți pentru mișcările de rotație, cea mai frecvent întîlnită construcție este cea din fig. 4.3.1., unde clichetul de blocare este apăsat prin forța F, care lucrează aproximativ radial spre interior pentru a angrena cu roata de blocare prevăzută cu dantură exterioară. Dacă

se folosește o roată de blocare cu dantură interioară (fig. 4.3.9), forța F este bineînțeles orientată radial spre exterior. În schimb, la construcția din

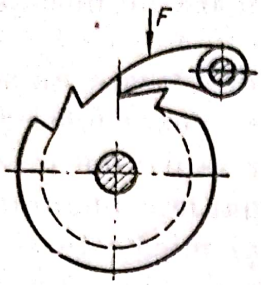


Fig. 4.3.8.

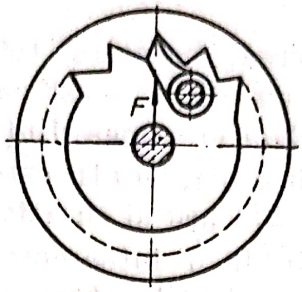


Fig. 4.3.9.

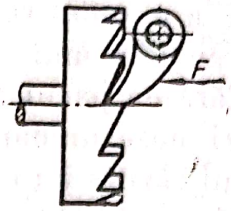


Fig. 4.3.10.

Blocaje de orientare cu dinți

fig. 4.3.10 dinții sînt amplasați lateral, așa încît forța F trebuie să acționeze în direcție axială.

4.3.1.3. Blocaje pentru articulații de translație

Acestea se folosesc, de exemplu, la dispozitivele de blocare a clapetelor în linie ale claviaturilor cu clapete multiple și cu blocare automată și declanșare reciprocă a blocării diferitelor clapete. Este vorba de o serie de butoane de comandă pentru acționarea unor arcuri. Dacă se apasă o clapetă oarecare, ea este blocată de la sine în poziția inferioară și rămîne în această poziție pînă cînd, la apăsarea unei alte clapete, este eliberată din nou și revine, sub influența unui arc, în poziția inițială de repaus.

Unele dintre formele de execuție ale unor asemenea construcții de clapete cu blocare sînt arătate schematic în fig. 4.3.11—4.3.14. Ca ele-

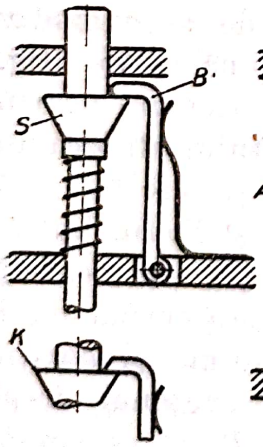


Fig. 4.3.11.
Fig. 4.3.12.

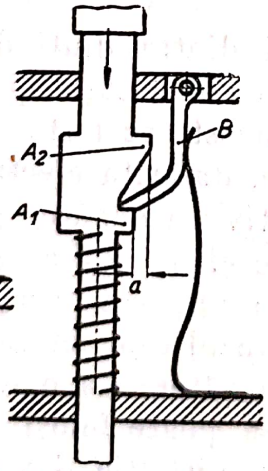


Fig. 4.3.13.

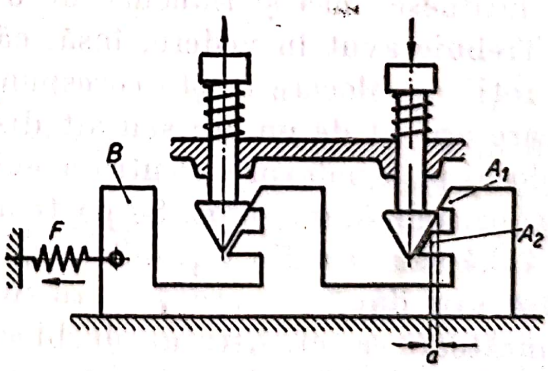


Fig. 4.3.14.

Clapete de blocare cu deblocare reciprocă

ment de blocare servește o riglă de blocare B, comună pentru toate clapetele, montată într-un lagăr sau ghidată rectiliniu. Clapetele, sînt executate fie sub formă de piese strunjite (fig. 4.3.11 și 4.3.14), fie ca piese ștanțate (fig. 4.3.13). În practică este dificil să se realizeze o declanșare reciprocă

sigură a clapetelor. Cînd muchia K a conului de blocare și muchia corespunzătoare a riglei de blocare sînt ascuțite (fig. 4.3.12), mici neprecizii de execuție sau o mică uzare a muchiilor care fac blocarea ar fi suficiente pentru a împiedica o deblocare reciprocă. De aceea, aceste muchii se rotunjesc, așa cum se arată în fig. 4.3.11. O siguranță și mai mare se obține prevăzîndu-se deasupra conului de blocare S un al doilea con, cu diametru ceva mai mare. Clapeta este atunci apăsată ceva mai mult decît este necesar pentru blocare și astfel se deblochează cu siguranță o altă clapetă, blocată dinainte. La clapetele plate se poate prevedea în acest scop un prag A_2 (fig. 4.3.13), care iese în afară cu distanța a față de pragul A_1. În loc de a executa la clapetă un al doilea prag, se poate prevedea un al doilea prag A_2 la riglă (fig. 4.3.14) pentru o șină ghidată rectiliniu. Se vede din figură că, la apăsarea unei clapete, rigla se va deplasa înspre dreapta iar apoi, sub influența arcului F, va reveni și va prinde știftul clapetei. Dacă la apăsarea unei a doua clapete prima rămîne la început înțepenită în poziția desenată, ea va fi sigur deblocată dacă a doua clapetă este apăsată mai departe, iar rigla este astfel împinsă într-o parte cu distanța a.

4.3.1.4. Blocaje pentru piese montate pe lagăre

4.3.1.4.1. *Elemente de blocare cu efect radial*

După cum s-a mai arătat, execuția obișnuită cu dantură exterioară este reprezentată schematic în fig. 4.3.1. La această execuție, angrenarea clichetului de blocare este asigurată în general printr-o forță F care acționează

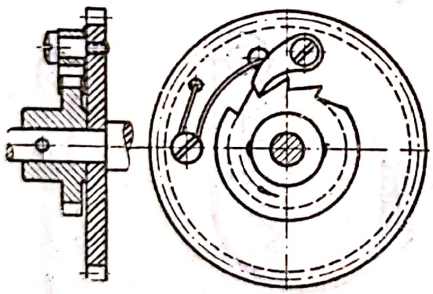


Fig. 4.3.15.
Construcții de clichete de blocare

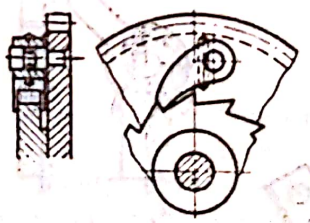


Fig. 4.3.16.
la blocajele pentru întoarcerea arcului la mecanismele de ceasornic

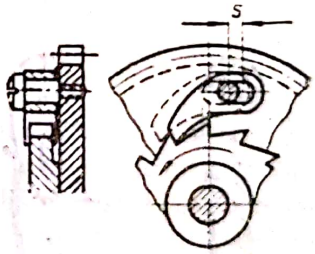


Fig. 4.3.17.

spre interior. Ca exemplu de aplicare se arată în fig. 4.3.15 arborele de întoarcere a arcului unui mecanism de ceasornic. Roata de blocare este îmbinată rigid cu arborele, în timp ce roata dințată se poate roti liber pe arbore. Pentru a întoarce arcul, arborele cu roata de blocare se rotește în direcția săgeții, roata dințată fiind blocată printr-un angrenaj cu roți dințate, care nu este reprezentat pe figură. Cînd arcul este întors, forța arcului, acționînd în sens opus, asigură antrenarea roții dințate prin intermediul clichetului.

Drept lagăr pentru clichetul de blocare ajunge în general lagărul în consolă cu fus arătat în fig. 4.3.15. și realizat printr-un șurub cu tijă, de-

oarece clichetul se roteşte în general numai sub influenţa solicitării relativ reduse dată de presiunea unui arc de sîrmă şi deci nu există riscul de autoslăbire. Pentru economie de spaţiu se adoptă uneori soluţia cu capul cilindric al şurubului cu tijă, aşezat într-un locaş. Mai sigură este o fixare a fusului de lagăr prin nituire.

Într-un asemenea caz trebuie să se renunţe, însă, la interschimbabilitatea uşoară a clichetului de blocare, sau se alege o execuţie ca cea reprezentată în fig. 4.3.16, unde pentru asigurare împotriva deplasării axiale s-a folosit un ştift tangenţial care poate fi uşor desfăcut. La mecanisme de ceasornic cu arc, se foloseşte uneori aşezarea fusului clichetului de blocare într-o gaură prelungită (fig. 4.3.17). La această execuţie, cînd arcul este întors prin rotirea roţii de blocare în direcţia săgeţii, clichetul de blocare se deplasează în poziţia desenată cu linii întrerupte. Apoi, cînd roata de blocare este liberată, forţa arcului întors complet împinge roata de blocare, în sens opus săgeţii, înspre clichet. Acesta este atunci împins cu distanţa s pînă în poziţia desenată cu linie plină, aşa încît şi roata de blocare se roteşte cu distanţa s în sensul unei descărcări a arcului. Această construcţie are drept scop să evite o solicitare prea puternică a pieselor mecanismului de ceasornic, atunci cînd arcul este armat prea mult.

Pentru asigurarea angrenării clichetului se foloseşte în general un arc din sîrmă îndoită în jurul tijei unui şurub. La execuţia arătată în fig. 4.3.15 au fost îndoite ambele capete ale arcului, iar capătul mai scurt a fost introdus în gaura roţii dinţate. O execuţie cu capetele arcului întinse este

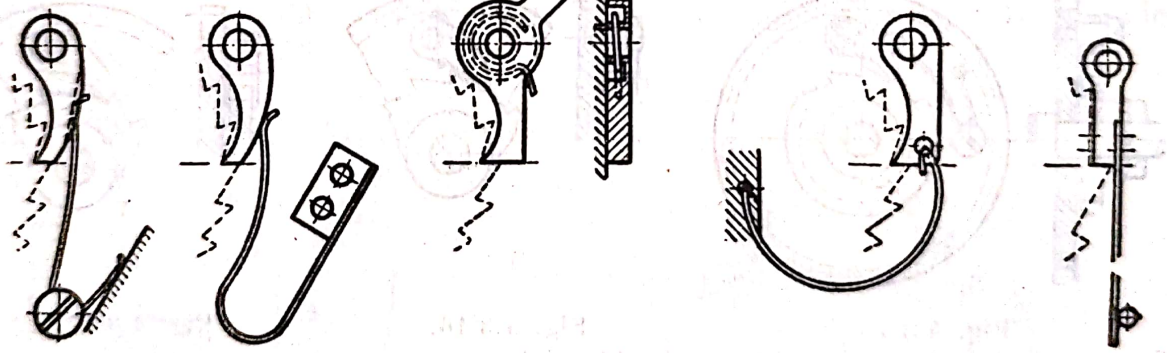


Fig. 4.3.18. Fig. 4.3.19. Fig. 4.3.20. Fig. 4.3.21. Fig. 4.3.22.
Construcţia arcului pentru asigurarea angrenării clichetului la blocajele de orientare cu dinţi

arătată în fig. 4.3.18. Aici capătul mai scurt se aşază pe peretele cutiei arcului sau pe un ştift nituit în roata dinţată, în timp ce poziţia capătului mai lung al sîrmei este asigurată printr-o degajare frezată în clichet. În locul unui arc din sîrmă se poate folosi eventual şi un arc lamelar, de exemplu, ca în fig. 4.3.19.

Dacă spaţiul este foarte restrîns, se poate alege construcţia arătată în fig. 4.3.20, la care arcul din sîrmă îndoit în formă de cerc este aşezat aproape complet în clichetul strunjit în mod corespunzător. O construcţie ori-

ginală pentru un arc de clichet este arătată în fig. 4.3.21. Sîrma de arc îndoită în forma unei jumătăţi de cerc este agăţată cu ambele capete în găuri, aşa încît clichetul este atras înspre periferia roţii de blocare. În unele cazuri (fig. 4.3.22) se recomandă, de asemenea, folosirea unui arc lamelar întins şi îmbinat rigid la unul din capetele cu clichetul de blocare, în timp ce celălalt capăt se aşază pe un ştift.

Dacă forţele active sînt mici, construcţia poate fi simplificată considerabil prin adoptarea pentru clichet a unei articulaţii elastice prin arc. În multe cazuri, arcul articulat poate fi conceput direct ca clichet de blocare. Folosirea unui arc lamelar simplu drept „clichet de apăsare" (fig. 4.3.23) presupune, însă, realizarea roţii de blocare ca în fig. 4.3.5, cu un număr

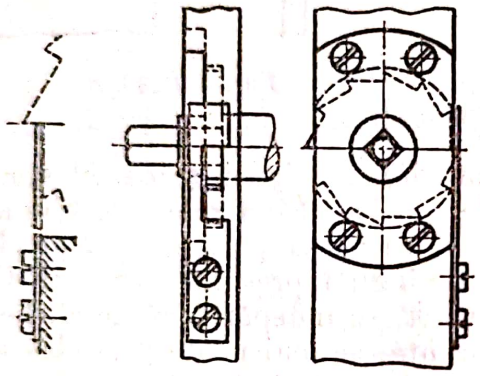


Fig. 4.3.23. Clichet de compresiune cu arc lamelar

Fig. 4.3.24. Clichet de tracţiune cu arc lamelar

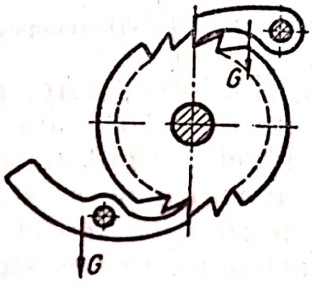


Fig. 4.3.25. Clichete acţionate prin gravitate

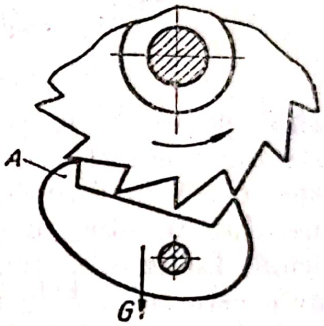


Fig. 4.3.26.

relativ redus de dinţi, care nu poate fi aplicată decît pentru forţe foarte mici, din cauza solicitării defavorabile a arcului la compresiune, respectiv la flambaj. Ceva mai bun în această privinţă este blocajul reprezentat în fig. 4.3.24 pentru întoarcerea arcului ceasornicelor de buzunar, deoarece arcul lucrînd ca „clichet de tracţiune" este solicitat la tracţiune şi forma dinţilor poate fi realizată mai favorabil.

Dacă axul de rotire al clichetului de blocare este fixat în spaţiu, la aparatele imobile este posibil ca în locul forţei arcului să fie folosită gravitaţia pentru asigurarea angrenării clichetului. Dacă clichetul de blocare trebuie să angreneze cu roata de blocare la partea inferioară a acesteia, trebuie căutat ca, printr-o greutate G (fig. 4.3.25), centrul de greutate al clichetului de blocare să se găsească destul de departe în afara axei de rotaţie. La construcţia reprezentată în fig. 4.3.26, braţul care serveşte drept contragreutate poartă de asemenea un cioc. Prin realizarea corespunzătoare a formei şi poziţiei ancorei create astfel se asigură ca, chiar independent de efectul gravităţii, ciocul A să fie împins în jos la rotirea roţii, în direcţia săgeţii, şi astfel cichetul să fie din nou adus în poziţie de angrenare.

Zgomotul provocat de intrarea clichetului în locaş, care uneori este supărător, se evită la blocajele silenţioase cu dinţi prin ridicarea clichetului de blocare la mişcarea în gol. Aceasta se poate realiza de la sine, dacă

clichetul de blocare este ridicat de arborele roții de blocare cu ajutorul unui cuplaj cu alunecare (v. cap. 5.3.21). O asemenea execuție este arătată în fig. 4.3.27 Aici s-a prevăzut pe butucul roții de blocare un inel din

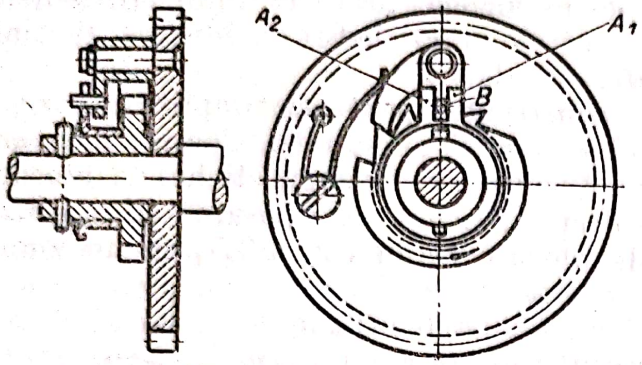


Fig. 4.3.27.

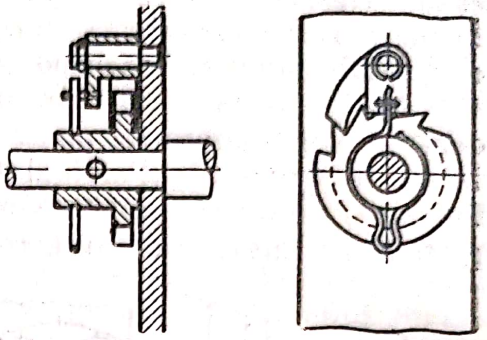


Fig. 4.3.28.

Blocaje silențioase cu dinți

tablă prevăzut cu un limitator, care, datorită presiunii șaibei elastice, este antrenat prin frecare de către roata de blocare. Cînd roata de blocare este rotită în direcția săgeții, limitatorul A_1 se așază pe știftul B al clichetului de blocare și îl ridică pe acesta învingînd presiunea arcului din sîrmă. La sensul opus de rotație, limitatorul A_1 se îndepărtează de clichet, iar acesta reintră în antrenare. Pentru siguranță, se mai poate prevedea un al doilea limitator A_2, așa încît limitatoarele A_1 și A_2 îmbracă știftul B ca o furcă și îl antrenează obligatoriu în ambele sensuri. La execuția simplificată considerabil reprezentată în fig. 4.3.28, care lucrează asemănător și este destinată tot pentru un mecanism de ceasornic, arcul care era prevă-

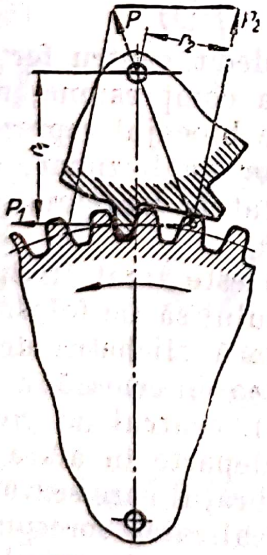


Fig. 4.3.29.

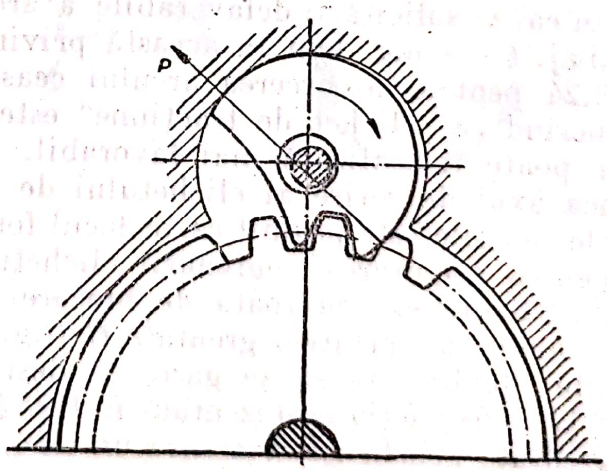


Fig. 4.3.30.

Blocaje cu roată dințată la arcul ceasornicelor de buzunar

zut pentru asigurarea angrenării clichetului a fost eliminat. Dispozitivul se compune exclusiv dintr-o sîrmă de arc îndoită corespunzător, care servește în același timp și ca pîrghie de comandă și ca cuplaj de frecare, și

al cărui capăt mai lung joacă între două ştifturi, fixate în prelungirea clichetului de blocare.

Dacă se foloseşte drept roată de blocare o roată dinţată (fig. 4.3.7), clichetul de blocare poate fi prevăzut şi cu un dinte de angrenare, în scopul modificării obligatorii a sensului. Dintele de angrenare (fig. 4.3.29), intră în coroana dinţată a roţii de blocare şi roteşte astfel clichetul într-o direcţie sau în cealaltă. Dacă, de exemplu, forţa arcului armat acţionează în direcţia săgeţii sub influenţa presiunii dintelui P_1, pe suprafaţa de blocare apare o forţă P_2, a cărei mărime rezultă din relaţia $P_1 r_1 = P_2 r_2$. Rezultanta dintre P_1 şi P_2 este presiunea P care încarcă lagărul clichetului de blocare.

O execuţie asemănătoare a unui blocaj cu roată dinţată folosit frecvent la ceasornicele de buzunar este arătată în fig. 4.3.30. Forţa arcului

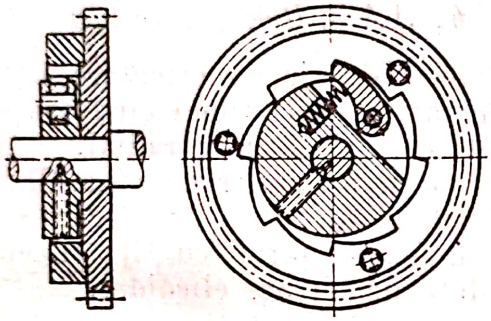


Fig. 4.3.31.

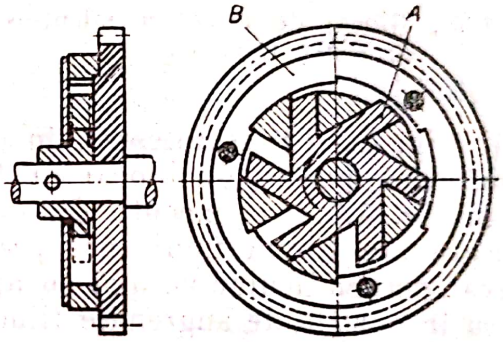


Fig. 4.3.32.

Blocaje de orientare cu dinţi interiori

acţionează pe flancul dintelui în direcţia P şi este transmisă direct pe peretele opus al degajării în placa de lagăr, în scopul descărcării axului clichetului prevăzut cu suficient joc în lagăr. Pentru asigurarea angrenării dintelui este prevăzut în afară de aceasta un arc spiral care acţionează în direcţia săgeţii şi care nu este reprezentat pe desen.

Este în general recomandabil ca diametrul roţii de blocare să fie cît mai mare. De aceea în condiţiile de spaţiu date poate fi uneori preferabil să se aleagă o construcţie cu dantură interioară ca în fig. 4.3.9. O asemenea construcţie stă şi la baza execuţiei reprezentată în fig. 4.3.31. În locul roţii de blocare arborele arcului poartă un disc, în care este fixat clichetul de blocare. Printr-un arc elicoidal, acest clichet este împins în afară pentru a angrena cu dinţii inelului fixat prin înşurubare pe roata dinţată.

La blocajele de orientare cu dinţi interiori se poate realiza un mers aproape silenţios prin dotarea piesei care se roteşte cu mai mulţi clicheţi de blocare, pentru a căror ieşire din angrenare serveşte gravitatea. După cum se vede din fig. 4.3.32, clicheţii de formă prizmatică sînt aşezaţi liber între bucşa rotitoare A şi coroana dinţată B care serveşte drept roată de blocare. Clicheţii cad deci de la sine, în partea de jos, în poziţie de lucru. Dacă bucşa este rotită în direcţia săgeţii, clicheţii sînt antrenaţi şi astfel ies din angrenare în felul arătat în fig. 4.3.32 în partea dreaptă, în timp ce în partea stîngă a fig. 4.3.32 se arată cum, la rotire în sens opus, clicheţii

Scanned with OKEN Scanner

se blochează și astfel blochează mișcarea. Un efect asemănător se realizează prin forma și fixarea neobișnuită a clicheților (fig. 4.3.33). Construcția servește pentru acționarea manuală a unui mic ventilator prin mișcarea de du-te-vino a unei cremaliere care angrenează cu roata dințată mică. Dacă corpul care poartă clichetul este rotit în acest fel spre stînga și spre dreapta, construcția lucrează oarecum ca un cuplaj de sens unic (cap. 3.3.2) și permite astfel, cu ajutorul roții dințate mari, antrenarea ventilatorului în direcția săgeții.

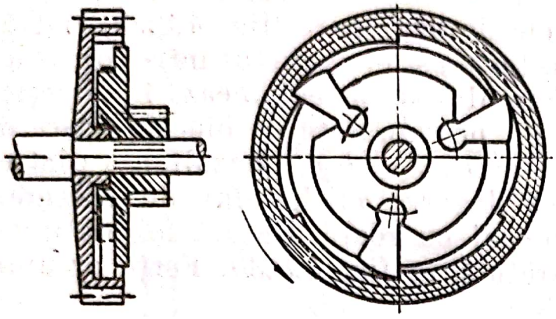


Fig. 4.3.33. Blocaj de orientare silențios, cu dinți interiori

4.3.1.4.2. *Blocaje care lucrează axial*

Blocaje de orientare cu dinți laterali (fig. 4.3.10) se folosesc, în general, numai atunci cînd spațiul nu este suficient pentru un blocaj cu dinți care să lucreze radial. Astfel se arată în fig. 4.3.34 o execuție din construcția mașinilor de scris. Clichetul de blocare are forma unui inel prevăzut cu un dinte de blocare și care este fixat perpendicular pe axă cu ajutorul unui șurub cu tijă și cep, împingerea în poziția de angrenare fiind dată de un arc elicoidal.

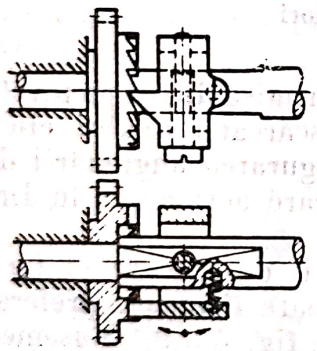


Fig. 4.3.34.

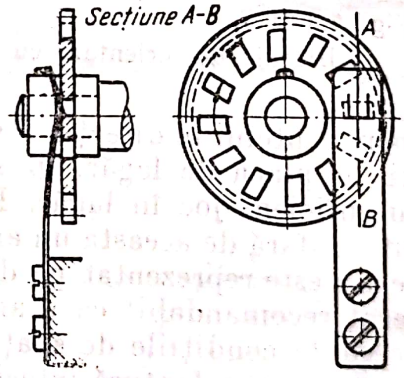


Fig. 4.3.35.

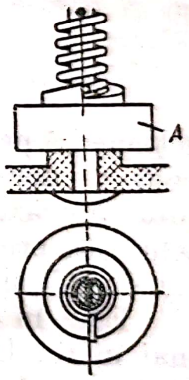


Fig. 4.3.36.

Blocaj de orientare cu dinți care acționează axial

La blocarea unui selector de numere al unei centrale telefonice automate (fig. 4.3.35) s-a folosit un „clichet cu arc" ca în fig. 4.3.24, obținîndu-se astfel o simplificare importantă, deosebit de dorită în fabricația de masă, deoarece atît arcul de blocare, în care s-a prevăzut o ureche obținută prin crestare și îndoită drept element de angrenare, cît și roata de blocare executată sub forma unui simplu disc găurit, pot fi executate prin tăiere, respectiv ștanțare.

Blocajul cu doi dinți pentru un comutator de lumină (fig. 4.3.36) lucrează ca un cuplaj de sens unic. Pentru ca tamburul de contact *A* să fie antrenat de buton numai la rotirea înspre dreapta, iar la rotirea înspre

stînga să stea pe loc, un arc elicoidal a fost introdus cu unul din capete într-o gaură transversală din ax, în timp ce capătul liber angrenează cu tamburul executat din steatit. La rotirea spre dreapta arcul servește astfel drept antrenor elastic, iar la rotirea spre stînga, ca clichet de blocare cu efect axial.

În locul unui clichet, care să angreneze cu o coroană dințată de blocare, se pot prevedea și două asemenea coroane dințate, dintre care coroana care înlocuiește clichetul este deplasabilă axial și este pusă sub influența unui arc.

Printre blocajele cu dinți se numără și acele închizătoare automate, la care la închiderea unui dulap sau a unei cutii, zăvorul este deschis datorită presiunii unui arc, iar forma și amplasarea pieselor de închidere sînt astfel alese încît în poziția finală zăvorul este blocat. Pentru deschidere, zăvorul trebuie bineînțeles deschis cu mîna.

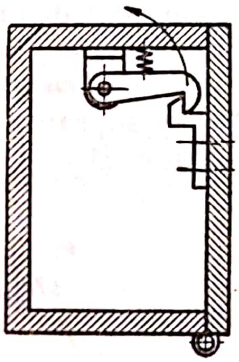


Fig. 4.3.37.

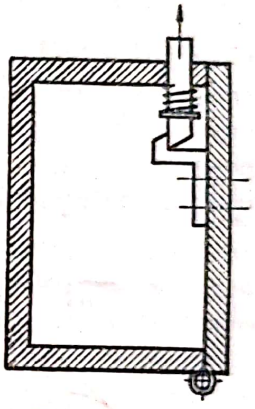


Fig. 4.3.38.

Închizătoare automate cu cîrlig de blocare

Asemenea închizătoare automate sînt în oarecare măsură blocaje cu dinți, al căror clichet de blocare intră în angrenare numai cu un dinte de blocare. Clichetul de blocare, care este executat în general sub forma unui clichet de tracțiune (cîrlig de blocare), este de obicei fixat, cu posibilitate de rotire, pe partea fixă a dulapului, respectiv cutiei, în timp ce dintele de blocare corespunzător, în locul căruia se folosește uneori o simplă tablă de închidere, este amplasat pe capac (fig. 4.3.37). În multe cazuri se folosește însă și alezarea inversă.

În locul lagărului se poate prevedea și un ghidaj de translație pentru cîrligul de blocare (fig. 4.3.38), obținîndu-se astfel un zăvor cu cîrlig. Deszăvorîrea poate fi făcută direct cu mîna prin acționarea unui mîner rotativ, a unui buton de tragere etc. Zăvorul poate fi însă mișcat și printr-o cheie, pentru a face mai grea deschiderea de către persoane neautorizate.

4.3.2. Blocaje de orientare cu înțepenire

Blocajele de orientare cu înțepenire se construiesc cu clichet de înțepenire rotativ (fig. 4.3.39). Clichetul nu angrenează cu o roată dințată de blocare, ci roata de blocare are o suprafață cilindrică netedă. Pentru a realiza o blocare cu efect într-un singur sens, linia de legătură AC care unește punctul de contact dintre clichetul de blocare și periferia roții cu centrul roții, respectiv prelungirea acestei linii, trebuie să facă cu linia de legătură AM un anumit unghi α. Dacă roata este mișcată în direcția săgeții, ea se va putea roti ușor; în direcția opusă însă se produce, în anumite condiții, o blocare prin efect de înțepenire.

Dacă N este presiunea normală dintre clichet și roată, trebuie învinsă la o mișcare o frecare μN în direcție tangențială, μ fiind coeficientul de

frecare. Dacă se notează lungimea MA a clichetului prin r, se obține $BD = r \sin \alpha$ și $ME = r \cos \alpha$. Pentru starea de echilibru a clichetului este necesar

$$\mu N r \cos \alpha = N r \sin \alpha,$$

de unde rezultă

$$\sin \alpha = \mu \cos \alpha \quad \text{sau} \quad \mu = \operatorname{tg} \alpha.$$

Dacă clichetul trebuie să fie blocat sigur prin momentul de frecare, trebuie să existe relația

$$\mu N r \cos \alpha > N r \sin \alpha \quad \text{sau} \quad \mu > \operatorname{tg} \alpha.$$

Unghiul α trebuie deci ales atît de mic, încît $\operatorname{tg} \alpha < \mu$. Dacă se adoptă pentru siguranță coeficientul de frecare $\mu = 0{,}15$, se obține $\alpha \approx 8°30'$. Pe de altă parte α nu trebuie să fie nici prea mic, căci avînd dată forța pe periferie P, presiunea care apasă pe suprafețele de lagăr este $D = P/\sin \alpha$, deci în ipoteza adoptată se obține $D = P / 0{,}148 = 7P$. Cu cît se adoptă un α

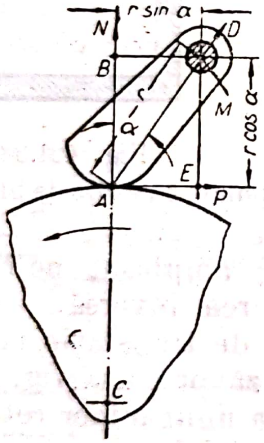


Fig. 4.3.39.
Piesă de înțepenire cilindrică

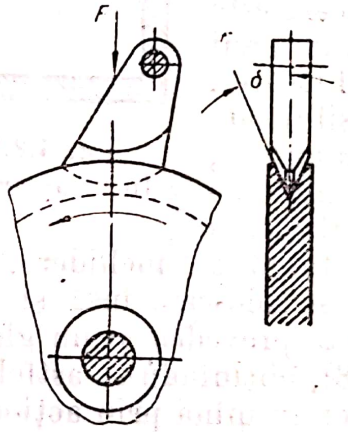


Fig. 4.3.40.
Clichet de înțepenire cu profil de pană

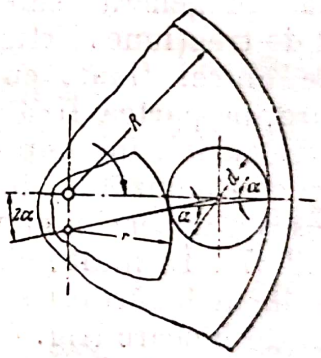


Fig. 4.3.41.
Corp de rostogolire

mai mic, cu atît crește presiunea în lagăr. În afară de aceasta, construcția comportă o precizie cu atît mai mare, în ceea ce privește respectarea distanței dintre axe și lungimea r a clichetului de blocare, cu cît este mai mic unghiul α.

Situația este incomparabil mai favorabilă atunci cînd clichetul de blocare și roata de blocare au un profil de pană (efect de împănare) (fig. 4.3.40). La un semiunghi de pană δ, frecarea se mărește în raportul $1/\sin \delta$, așa încît rezultă următoarea relație:

$$\mu \frac{N}{\sin \delta} r \cos \alpha > N r \sin \alpha \quad \text{deci} \quad \operatorname{tg} \alpha < \frac{\mu}{\sin \delta}.$$

Pentru $\delta = 15°$ se obține atunci, făcînd aceeași ipoteză că $\mu = 0{,}15$,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0{,}15}{0{,}258} \text{ sau } \alpha < 30°.$$

În locul construcției reprezentate în fig. 4.3.40 cu canal de împănare exterior, în anumite cazuri, poate prezenta avantaje și o execuție cu canal de împănare interior.

În general blocajele de orientare cu înțepenire prezintă, față de blocajele de orientare cu dinți, avantajul că blocarea, cel puțin teoretic, se poate face în orice poziție a roții de blocare. Trebuie însă semnalat că la forțe periferice mai mari, care trebuie învinse prin presiuni normale puternice, respectiv prin presiunea ridicată pe suprafață la locul de contact dintre clichet și roată, pot apărea, la utilizare frecventă, deformări care periclitează funcționarea precisă.

4.3.2.1. Gruparea blocajelor de orientare cu înțepenire

În cele anterioare s-a expus sistemul de lucru al blocajelor de orientare cu înțepenire pe baza execuției sub formă de blocaj cu clichet. În mecanica fină, blocajele de orientare cu înțepenire se execută însă, de obicei, sub formă de blocaje de orientare cu înțepenire prin corpuri de rostogolire. La acestea, clichetul este înlocuit prin una sau mai multe role sau bile, care sînt introduse între două corpuri prinse concentric în lagăre. Dacă, așa cum se arată în fig. 4.3.41, corpul interior capătă pe periferia sa exterioară o formă de excentric și prin aceasta spațiul disponibil pentru corpul de rostogolire se îngustează unilateral în formă de pană, corpul interior poate fi ușor rotit în direcția săgeții, în timp ce la rotirea în celălalt sens corpul de rostogolire se înțepenește și oprește mișcarea. Se vede cu ușurință că și pentru acest caz se pot aplica în mod analog formulele valabile pentru construcția prezentată în fig. 4.3.39. Trebuie deci ca $\operatorname{tg} \alpha < \mu$, pentru a obține cu siguranță o blocare. Din fig. 4.3.41 se observă cum se pot determina grafic mărimea razei r și poziția corpului interior de blocare, cînd se dau raza interioară R a inelului exterior și diametrul d al corpului de rostogolire.

Avantajul blocajelor de orientare cu înțepenire prin corpuri de rostogolire constă, în special, în distribuirea presiunii pe un număr mai mare de role sau bile, dispuse simetric, aceste bile sau role putînd fi executate cu o precizie relativ ridicată. În consecință presiunile normale se compensează reciproc, așa încît lagărul arborelui este descărcat, și deformările și fenomenele de uzură supărătoare se pot menține în limite admisibile.

4.3.2.2. Clicheți de înțepenire folosiți ca piese de blocare

Blocajele de orientare cu clichet de înțepenire se execută mai ales cu clichet de înțepenire cilindric sau în formă de pană (fig. 4.3.39 și 4.3.40). Aceste blocaje pot fi executate, după cum s-a mai spus, cu canal de împănare fie exterior, fie interior, prin asemănare cu blocajele de orientare cu dinți. Al doilea sistem oferă anumite avantaje cu privire la uzură, în cazul

funcționării de durată. Aceste blocaje se folosesc de altfel mai rar în mecanica fină, deoarece blocajele de orientare cu înțepenire prin corpuri de rostogolire oferă în general avantaje mai mari.

4.3.2.3. Corpuri de rostogolire folosite ca piese de blocare

La blocajele de orientare cu înțepenire se pot folosi drept corpuri de rostogolire, role cilindrice, dacă sînt de transmis forțe relativ importante. În general însă, sînt suficiente bilele din oțel, din cele folosite pentru rulmenți

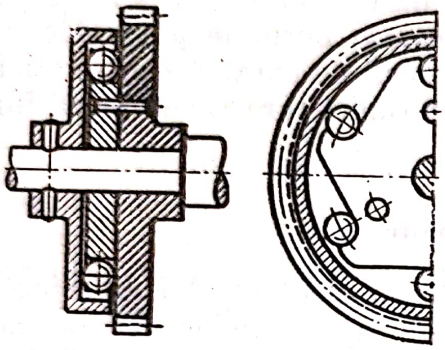


Fig. 4.3.42.

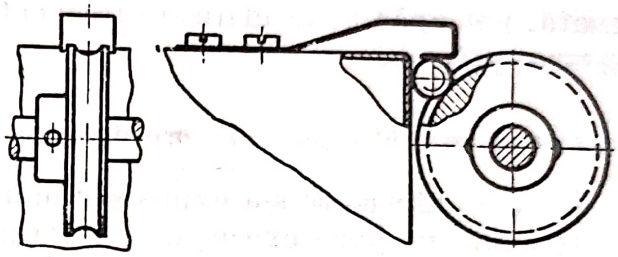


Fig. 4.3.43.

Blocaje de orientare cu înțepenire prin bile

pe bile. Ca exemplu, în fig. 4.3.42 este reprezentat blocajul de orientare cu înțepenire prin bile al unui cuplaj de sens unic pentru un reversor, forma și modul de lucru putînd fi înțelese ușor din desen. O construcție foarte simplă este arătată în fig. 4.3.43.

4.4. BLOCAJE PENTRU FORȚA LIMITĂ

Sub această denumire sînt concentrate blocajele prin indexare și blocajele prin frînare, deoarece în ambele cazuri mișcarea unei piese ghidate nu este oprită, ci numai îngreuiată, astfel încît piesa ghidată este ținută numai de o forță, care poate fi învinsă de forțele care acționează în timpul funcționării. La blocajul prin indexare reținerea se face prin asigurare prin formă în anumite poziții de blocare, în timp ce la blocajele prin frînare se realizează o frînare independent de poziția piesei ghidate.

4.4.1. Blocajele prin indexare

La un blocaj prin indexare ca în tabela 4.1.1, fig. *III A*, piesa de blocare prin indexare *H* trebuie să fie împinsă printr-o forță (forța de indexare) în crestătura în formă de pană, forța fiind învinsă la împingerea piesei blocate *S*. În consecință suprafețele de angrenare trebuie să fie înclinate sub un unghi ascuțit, a cărui mărime trebuie să fie sub limita la care apare o blocare datorită frecării.

Construcția cu un singur index de blocare este nu numai complet suficientă, dar fără îndoială și preferabilă din punctul de vedere al siguranței reglajului, deoarece o angrenare riguros concomitentă a mai multor indexuri de blocare nu se poate obține atît de ușor. Totuși se prevăd uneori două sau trei indexuri de blocare repartizate uniform pe periferie (fig. 4.4.12), deoarece în acest caz presiunile de indexare ale indexurilor de blocare individuale se compensează în ceea ce privește solicitarea arborelui, în timp ce la un singur index de blocare poate apărea o înțepenire a arborelui, datorită presiunii laterale.

4.4.1.1. Solicitările blocajelor de indexare

În fig. 4.4.1 se arată schematic repartizarea forțelor la un blocaj de indexare cu ghidare rectilinie a piesei și a indexului de blocare, făcîndu-se deocamdată abstracție de influența frecării. Dacă prin N este notată presiunea normală pe suprafața de acțiune, rezultă în starea de echilibru

$$N = P \cos \alpha + R \sin \alpha,$$

în care P este presiunea de indexare, iar α — unghiul de înclinare. De aici rezultă mărimea forței R_1 care este necesară pentru deplasarea indexului de blocare, deci pentru înfrîngerea forței de indexare P. La limită, se obține

$$R_1 = N \mu = R \cos \alpha - P \sin \alpha.$$

Dacă se introduce valoarea stabilită pentru N se obține

$$(P \cos \alpha + R \sin \alpha) \mu = R \cos \alpha - P \sin \alpha.$$

Forța R pentru deplasarea piesei de blocare din canalul de împănare (forța de desfacere a indexării) are deci în cazul limită următoarea mărime:

$$R = P \frac{\mu \cos \alpha + \sin \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}.$$

Dacă pentru μ se introduce valoarea tg ρ (tangenta unghiului de frecare), relația devine

$$R = P \frac{\cos \alpha \operatorname{tg} \rho + \sin \alpha}{\cos \alpha - \sin \alpha \operatorname{tg} \rho}.$$

Reducînd cu cos α, rezultă

$$R = P \frac{\operatorname{tg} \rho + \operatorname{tg} \alpha}{1 - \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \rho} = P \operatorname{tg} (\alpha + \rho).$$

La intrarea indexului de blocare este necesară o forță R' (forța de indexare), care este mai mică decît R:

$$R' > P \operatorname{tg} (\alpha + \rho).$$

În aceste relații nu a fost luată în considerație frecarea de alunecare ce se produce la ghidarea de translație (fig. 4.4.1) între indexul de blocare și piesa care se blochează. Trebuie avut în vedere că la începutul împingerii

piesei blocate trebuie învinsă frecarea de repaus, care, după cum se știe, este mai mare decît frecarea de mișcare. Această frecare suplimentară se micșorează pe cît posibil, și anume prin înlocuirea ghidajului de translație cu alunecare al indexului de blocare printr-un ghidaj de translație cu rosto-

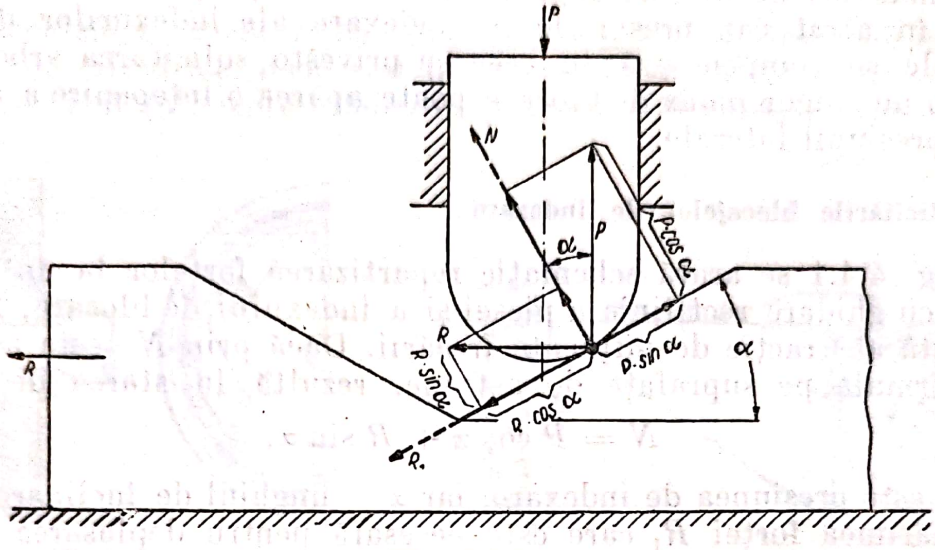


Fig. 4.4.1.
Solicitarea blocajelor prin indexare

golire, sau, mai simplu, prin înlocuirea indexului de blocare ghidat rectiliniu printr-o pîrghie fixată rotativ într-un lagăr ca în fig. 4.4.2. Această frecare suplimentară este complet evitată, dacă pîrghia este înlocuită printr-un

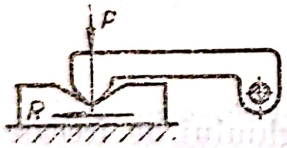


Fig. 4.4.2.
Index de blocare cu intrare prin alunecare

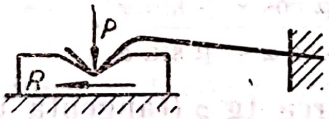


Fig. 4.4.3.

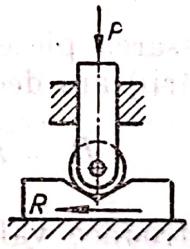


Fig. 4.4.4.
Index de blocare cu intrare prin rostogolire

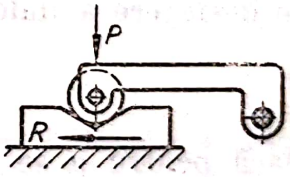


Fig. 4.4.5.

arc (fig. 4.4.3). La realizarea blocajelor de indexare cu pîrghie trebuie observat ca punctul de rotire al pîrghiei să fie astfel amplasat, încît indexul de blocare să se miște aproape perpendicular față de piesa pe care o blochează, deoarece numai în acest caz efectul de indexare este același în ambele sensuri. La un index de blocare care se rotește într-un lagăr (fig. 4.4.6 și 4.4.7), linia de legătură AB trebuie deci să atingă circumferința medie a discului de blocare în punctul de contact B.

Situația devine mai favorabilă, dacă și frecarea de alunecare la locul de indexare este înlocuită pe cît posibil printr-o frecare de rostogolire (fig. 4.4.4 și 4.4.5). În fig. 4.4.4 indexul de blocare este ghidat rectiliniu, iar în fig. 4.4.5 el este fixat într-un lagăr.

4.4.1.2. Indicații pentru proiectare

Pentru a proiecta un blocaj prin indexare corespunzător și care să fie corect dimensionat, trebuie să fie cunoscută mărimea forței de acționare, precum și mărimea rezistenței de mișcare care ar exista fără blocajul de indexare. În cele mai multe cazuri, blocajele cu indexare se folosesc la arbori care trebuie acționați manual. Astfel, se arată în fig. 4.4.6 și 4.4.7

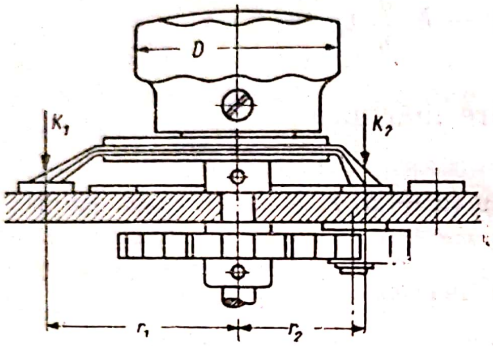


Fig. 4.4.6.

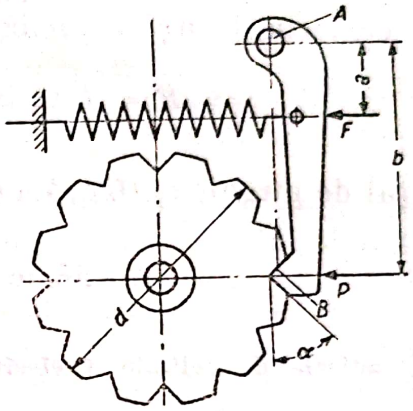


Fig. 4.4.7.

Comutator rotativ cu blocaj prin indexare cu pîrghie

folosirea unui blocaj de indexare ca cel din fig. 4.4.2 pentru un comutator electric rotativ, al cărui arbore poartă arcurile de contact și care poate fi mișcat printr-un buton rotativ.

Dacă arcurile de contact se reazemă cu forțele de apăsare K_1 și K_2 pe contactele metalice fixe și μ este coeficientul de frecare corespunzător, se obține la contacte o frecare $\mu(K_1 + K_2)$. Dacă nu ar exista un blocaj cu indexare, la butonul rotativ ar fi deci necesară dezvoltarea unui moment dat de frecarea la contacte, pentru a mișca comutatorul

$$M_1 = \mu (K_1 r_1 + K_2 r_2),$$

dacă se face abstracție de frecarea în lagăre a arborelui însuși. La aceasta se adaugă frecarea provocată de blocajul prin indexare cînd indexul de blocare este în afara poziției de indexare. Dacă F este forța arcului de tracțiune care acționează la distanța a de la punctul de rotire a pîrghiei, rezultă la distanța b o presiune de indexare

$$P = F \frac{a}{b}$$

și o frecare corespunzătoare

$$F = \frac{a}{b} \mu_1,$$

care produce un moment de frecare la indexare

$$M_2 = F \frac{a}{b} \mu_1 r_2,$$

în care r_2 este raza discului care se indexează. Se obține astfel la diametrul D al butonului rotativ (fig. 4.4.6) un moment al sarcinii

$$M_0 = M_1 + M_2 = (\mu K_1 r_1 + K_2 r_2) + F \frac{a}{b} \mu_1 r_2.$$

În pozițiile de indexare apare, în locul momentului de frecare la indexare M_2 momentul de ieșire din indexare M_a. Acest moment acționează în cazul limită cu forța de ieșire din indexare

$$R = P \operatorname{tg} (\alpha + \rho) = F \frac{a}{b} \operatorname{tg} (\alpha + \rho)$$

la brațul de pîrghie r_2 (fig. 4.4.6) și are mărimea

$$M_a = F \frac{a}{b} \operatorname{tg} (\alpha + \rho) r_2.$$

4.4.1.3. Indicele de calitate a efectului de indexare

Momentul de intrare în indexare M_e trebuie să fie cu atît mai mare, cu cît este mai mare momentul sarcinii M_0 (cap. 4.4.1.2) în afara pozițiilor de indexare.

Raportul dintre momentul de intrare în indexare și momentul sarcinii este denumit indicele de calitate n al efectului de indexare

$$n = \frac{M_e}{M_0}.$$

În funcție de scopul urmărit prin blocajul de indexare, indicele de calitate va fi ales între limitele 0,3 — 1,5.

Dacă indicele de calitate este $n > 1$, adică atunci cînd momentul de indexare este în măsură să învingă momentul sarcinii, se obține un blocaj de indexare care acționează automat, adică blocajul de indexare va intra în poziția de indexare automat (în interiorul unei crestături de indexare), chiar și la o deservire neatentă. Dacă dimpotrivă $n < 1$, se obține un blocaj de indexare cu acționare manuală. Asemenea construcții se vor alege atunci cînd se cere numai ca la mișcare să se poată simți la mînă poziția de indexare. Pentru a se obține un blocaj de indexare care acționează automat, frecarea trebuie să fie micșorată cît mai mult posibil. Aceasta se poate face prevăzîndu-se intrarea în indexare prin rostogolire, de preferință cu o construcție cu pîrghie (fig. 4.4.5), avîndu-se totodată grijă ca printr-o construcție corespunzătoare arborele să fie pe cît posibil descărcat de presiunea de indexare (fig. 4.4.12). Pe de altă parte este util ca mărimea momentului de indexare să fie mărită prin alegerea unui unghi de înclinare α cît mai mare. Totuși nu este recomandabil să se depășească 50°, chiar și la intrarea în indexare prin rostogolire. Valorile rezultate din practică sînt date în tabela 4.4.1.

Scanned with OKEN Scanner

Tabela 4.4.1

Valorile unghiului de înclinare α dintre suprafețele de contact la blocajele prin indexare în funcție de diferiți indici de calitate n ai efortului de indexare (v. fig. 4.4.1)

	Blocaj de indexare cu acționare manuală	Blocaj de indexare cu acționare automată
n	0,3—0,5	1,2—1,5
α	30—40°	45—50°

Mai trebuie de asemenea observat ca în pozițiile de indexare la butonul rotativ să acționeze cel puțin un moment egal cu suma momentului de ieșire din indexare și a momentului de frecare pe contacte; deci $M_a + M_1$ (fig. 4.4.1); mărimea butonului rotativ va trebui să fie eventual dimensionată în mod corespunzător (v. cap. 6).

Dacă trebuie prevăzute mai multe poziții de indexare, aceste poziții, adică suprafețele de contact înclinate corespunzînd diferitelor indexări, trebuie să fie amplasate fie atît de îndepărtat una de alta, încît între ele să existe poziții în care nu se produce nici un efect de indexare (fig. 4.4.8), fie atît de apropiate între ele, încît suprafețele de contact să succede una celeilalte (fig. 4.4.9). În cel de-al doilea caz — dacă nu se ia în considerație frecarea — nu există între diferitele poziții de indexare decît poziții labile.

În acest caz apare o mișcare în salturi de la o poziție la cealaltă. Construcții de acest fel se denumesc de aceea blocaje de indexare sau în salturi. Ele se folosesc în diferite execuții, îndeosebi la comutatoarele electrice, pentru a obține o comutare bruscă (comutator basculant).

4.4.1.4. Cursa de indexare

La dimensionarea blocajelor prin indexare mai trebuie luată în considerație și mărimea cursei de indexare h (fig. 4.4.10 și 4.4.11), mai ales atunci cînd la blocajele de indexare cu pîrghie de arc, ca cel din fig. 4.4.3,

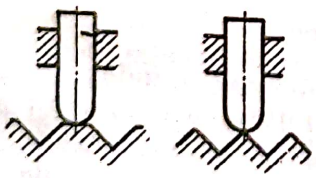


Fig. 4.4.8. Index de blocare cu și fără poziții intermediare

Fig. 4.4.9.

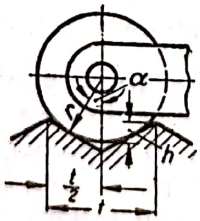


Fig. 4.4.10. Mărimea cursei

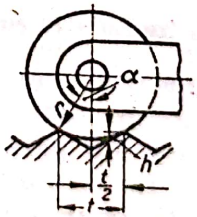


Fig. 4.4.11. de indexare

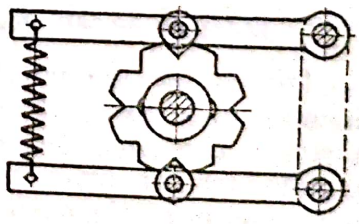


Fig. 4.4.12. Blocaj de indexare cu două indexuri de blocare cu pîrghie

solicitarea arcului nu trebuie să depășească o anumită limită. Se admite că cercul de rază r din fig. 4.4.10 și 4.4.11 reprezintă circumferința rolei la o construcție ca în fig. 4.4.4 și 4.4.5, respectiv rotunjirea indexului de blocare la o construcție ca cea din fig. 4.4.1 și 4.4.2. Dacă t este pasul

roții de indexare, iar α este unghiul de înclinare, rezultă din relațiile geometrice cursa de indexare

$$h = \frac{t}{2} \operatorname{tg} \alpha - r \frac{1 - \cos \alpha}{\cos \alpha}.$$

Dacă pasul t și unghiul α sînt date, iar cursa h nu poate fi depășită ținînd seama de încovoierea arcului, raza rolei poate fi calculată cu formula

$$r = \left(\frac{t}{2} \operatorname{tg} \alpha - h \right) \frac{\cos \alpha}{1 - \cos \alpha}.$$

Trebuie însă avut în vedere că limita inferioară h_0 a cursei indexului este atinsă atunci cînd cercul rolei atinge la vîrf poziția de indexare. După cum se vede din fig. 4.4.11, este valabilă în acest caz relația $t/2 = r_{max} \sin \alpha$; valoarea maximă a razei este deci $r_{max} = t/2 \sin \alpha$. În acest caz cursa devine

$$h_0 = r_{max} (1 - \cos \alpha) = \frac{t}{2} \cdot \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}.$$

Pentru unghiurile de înclinare folosite de obicei, de 30° și 45°, se obțin valorile indicate în tabela 4.4.2. Deoarece indicele de calitate n al efectului de indexare depinde în mare parte de mărimea unghiului de înclinare α, și nu de cursa de indexare h, ar fi recomandabilă o construcție la care h să fie cît de mic posibil, deci $h = h_0$, adică rola ar trebui să fie executată cu o rază r_{max}. Pentru a fi însă în orice caz siguri că rola se așază tangențial pe suprafața de contact chiar și la o execuție mai puțin precisă, este recomandabil a alege raza rolei ceva mai mică, pentru a evita o uzare prea puternică a muchiilor.

α	r_{max}	h_0
30°	t	0,134 t
45°	0,707 t	0,207 t

Tabela 4.4.2

Valorile maxime r_{max} ale razei rolei la locul de indexare și valorile minime h_0 ale cursei de indexare la blocaje prin indexare cu diferite unghiuri de înclinare α a suprafețelor de contact (v. fig. 4.4.11)

4.4.1.5. Index de blocare prin transalație cu intrare prin frecare

Din cauza măririi frecării prin ghidarea cu alunecare a indexului de blocare, asemenea blocaje de indexare se folosesc numai atunci cînd nu se ridică pretenții deosebite cu privire la indicele de calitate al efectului de indexare. În orice caz, trebuie avut în vedere la proiectare ca ghidajul de alunecare să fie astfel dimensionat, încît frecarea să nu fie mărită inutil, iar o înțepenire să fie evitată cu siguranță.

La blocajul prin indexare pentru un întrerupător basculant reprezentat în fig. 4.4.13, știftul de oțel, rotunjit în locul de contact și lustruit, este astfel ghidat în gaura relativ lungă a plăcii de fixare, încît nu iese decît puțin din gaură. Presiunea de indexare este realizată de un arc lamelar.

În fig. 4.4.14 se arată un blocaj de indexare destinat de asemenea pentru un întrerupător, la care presiunea de indexare este orientată axial. Indexul de blocare se compune dintr-o șaibă de tablă cu canale imprimate, care se poate deplasa cu gaura sa pătrată pe o porțiune corespunzătoare

a arborelui. O așezare înclinată este evitată, prin încărcarea aproximativ simetrică a șaibei datorită unui arc central. Șaiba inferioară de tablă prezintă aceleași canale și este asigurată împotriva rotirii prin două urechi care intră în degajări corespunzătoare ale soclului.

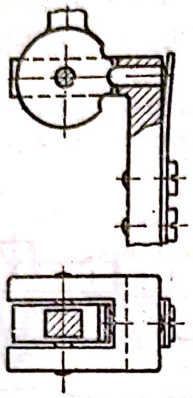


Fig. 4.4.13.
Blocaj de indexare cu index de blocare cu știft care pătrunde radial

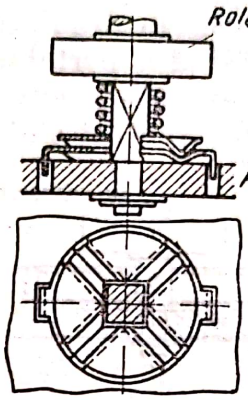


Fig. 4.4.14.

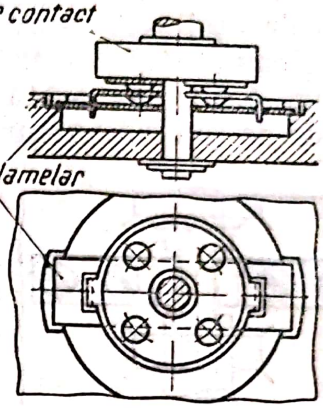


Fig. 4.4.15.
Blocaje de indexare cu indexuri de blocare formate prin presare și care acționează axial

La blocajul prin indexare pentru un întrerupător (fig. 4.4.15), servește drept index de blocare tot o șaibă din tablă ștantată corespunzător, care este ghidată în decupările a două colțare și care este apăsată de un arc lamelar înspre un știft care străbate transversal fusul.

4.4.1.6. Index de blocare rotativ cu intrare prin alunecare

Blocajele de indexare arătate în fig. 4.4.6 și 4.4.7 se folosesc relativ rar. Asemenea construcții se prevăd, de obicei, pentru a reduce frecarea. Cînd însă mărimea frecării nu are importanță, se preferă de obicei, din cauza ieftinirii construcției, soluțiile cu arc.

Pîrghia de indexare poate fi atunci fixată de un arc lamelar care este eventual pretensionat în așa măsură, încît să realizeze în același timp și presiunea de indexare, așa încît pentru acest scop să nu mai fie necesar un arc separat, cum se vede în fig. 4.4.6 și 4.4.7. Construcția este și mai mult simplificată dacă întreaga pîrghie de indexare este înlocuită printr-un arc lamelar (fig. 4.4.3).

Și la blocajele prin indexare cu „pîrghie de arc", pentru piese fixate în lagăre, se deosebesc construcții cu efect radial și axial.

Construcțiile care acționează radial sînt recomandabile mai ales atunci cînd la o rotire completă a arborelui nu trebuie prevăzute decît puține poziții de indexare, de exemplu la comutatoarele rotative, la care se cer de obicei numai două poziții de indexare decalate cu 180° sau patru poziții decalate cu 90°. În aceste cazuri nu este necesar un disc de indexare separat, dacă arborele este prevăzut cu două suprafețe frezate (fig. 4.4.16) sau este executat din oțel pătrat (fig. 4.4.17). În orice caz este recomandabil să se folosească două arcuri de indexare egale, care acționează concomitent și

care stau față în față, așa încît arborele să fie descărcat de presiunea arcurilor de indexare.

În timp ce în fig. 4.4.16 cele două arcuri de indexare îndoite în formă de U sînt fixate prin înșurubare pe suportul de lagăr, în fig. 4.4.17 se prezintă o construcție deosebit de simplă, la care cele două arcuri drepte din tablă de oțel sînt așezate liber în degajarea de formă corespunzătoare a soclului comutatorului executat din porțelan.

În fig. 4.4.18 se arată o execuție care a fost aleasă pentru întrerupătoarele de lumină. Arcurile de contact sînt astfel formate și amplasate,

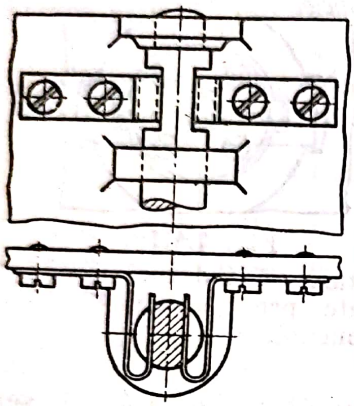


Fig. 4.4.16.
Arbore cu o pereche de suprafețe frezate

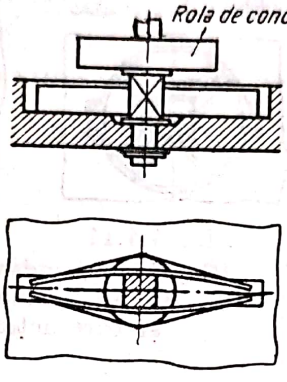


Fig. 4.4.17.
Arbore pătrat

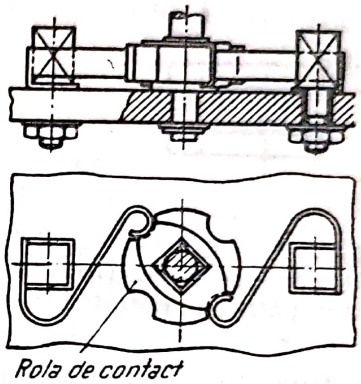


Fig. 4.4.18.
Roată cu patru poziții de indexare

încît în legătură cu discul de contact, care servește drept disc de indexare, ele joacă concomitent rolul de arcuri de indexare. O asemenea construcție nu este totuși de recomandat în general, deoarece arcurile de contact executate din material cu o bună conductibilitate electrică (tablă de bronz) nu satisfac în timp cerințele care se impun unei bune arcuiri de indexare, deoarece mai ales printr-un contact defectuos sau prin supraîncărare pot apare încălziri prin care tabla de arc își pierde din elasticitate.

Dacă nu este necesară descărcarea arborelui, trebuie folosit un disc de indexare separat (fig. 4.4.19 și 4.4.20) pentru a mări raza și a obține o presiune de indexare corespunzător mai redusă.

Arcul de indexare fixat unilateral (fig. 4.4.19) este prevăzut la locul de contact cu un cep în formă de cuțit fixat prin nituire (îndoirea capătului arcului arătat în fig. 4.4.3 este mai puțin recomandabilă la întrebuințare frecventă, din cauza pericolului unei uzuri premature). În fig. 4.4.20 se arată în schimb o execuție la care o tablă de oțel dreaptă, rezemată liber pe două știfturi, prevăzută cu găuri alungite, poartă în mijloc un cep de intrare, în formă de emisferă.

Construcțiile care acționează axial se aleg în general numai atunci cînd există un număr mai mare de poziții de indexare. Ele sînt favorabile mai ales acolo unde trebuie în orice caz prevăzută o suprafață perpendiculară pe axă, care poate fi folosită pentru a primi indexurile de blocare (fig. 4.4.21 și 4.4.22).

La blocajul prin indexare reprezentat în fig. 4.4.21, recipientul ambutisat din tablă moale de alamă poartă pe fața sa frontală proeminențe sferice între care intră capătul arcului, de formă corespunzătoare. La asemenea construcții trebuie totdeauna observat că, datorită rezistenței la trecerea de indexul de blocare, arcul este solicitat lateral la încovoiere,

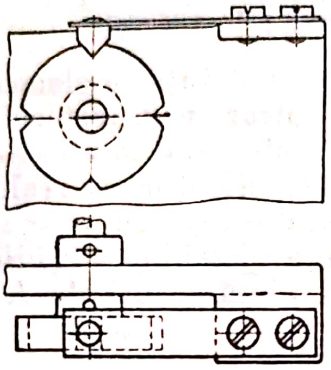


Fig. 4.4.19.
Fixarea unilaterală a arcului lamelar

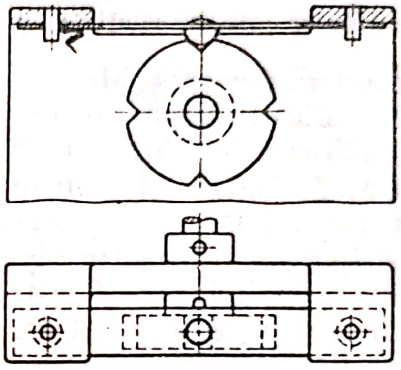


Fig. 4.4.20.
Fixarea bilaterală a arcului lamelar

în care caz, dacă execuția nu este suficient de rigidă, apare ușor o oarecare nesiguranță în poziționare. Mai favorabilă este în această privință soluția din fig. 4.4.22, unde arcul executat din bandă de oțel intră în degajările frezate ale unui inel din oțel sau alamă. La comutatoarele electrice cu pîrghie, chiar contactele pot căpăta forma unor indexuri de blocare,

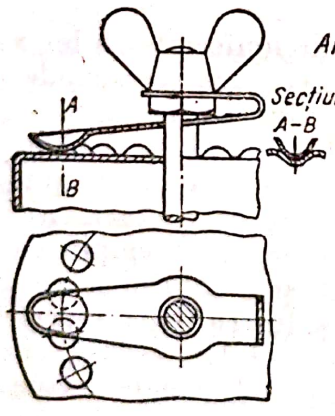


Fig. 4.4.21.

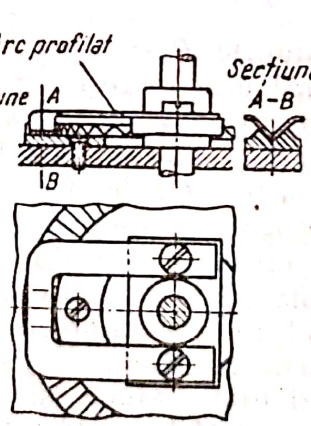


Fig. 4.4.22.

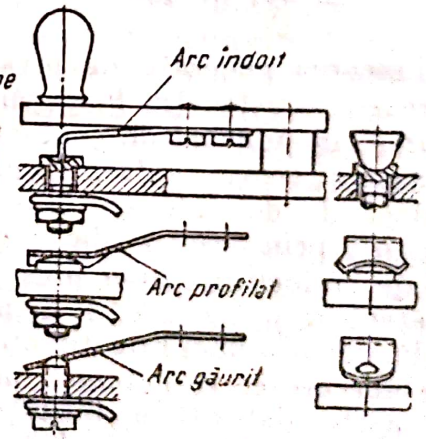


Fig. 4.4.23.

Blocaje de indexare cu pîrghie de arc cu indexuri de blocare care atacă axial

(fig. 4.4.23), folosindu-se în același timp arcurile de indexare și pentru alimentarea cu curent. Cum se pot concepe în acest caz arcurile și contactele, se vede direct din figură; totuși trebuie observat că asemenea construcții nu pot fi folosite decît pentru scopuri de importanță relativ minoră, mai ales numai pentru curenți slabi la tensiuni nu prea mici, deoarece este evident

că la asemenea arcuri de contact de formă simplă nu se poate conta cu certitudine pe un contact bun, iar pentru curenți mai tari mărimea suprafețelor de contact nu este suficientă. Mai trebuie atrasă atenția că pot fi evitate cu greu poziții de indexare nedorite între cîte două contacte, dacă contactele ies în afara suprafeței izolatoare.

4.4.1.7. Index de blocare prin translație cu intrare prin rostogolire

Pentru a micșora frecarea, blocajele de indexare cu element de indexare ghidat rectiliniu se execută de obicei cu intrare prin rostogolire, în special ca blocaje de indexare cu bilă. Trebuie observat însă că la blocajele de indexare cu bilă, de construcție obișnuită, se obține în realitate o intrare în indexare cu frecare. După cum rezultă din reprezentarea schematică din fig. 4.4.24, la mișcarea în direcția săgeții a piesei blocate bila care stă sub influența presiunii de indexare P este împinsă cu o forță R lateral înspre calea de ghidare (v. și cap. 4.4.1.1).

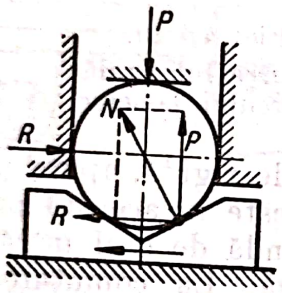


Fig. 4.4.24.
Blocaj de indexare cu bilă

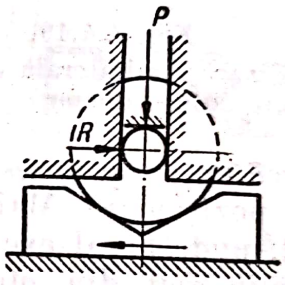


Fig. 4.4.25.
Blocaj de indexare cu rolă

Frecarea generată de presiunile P și R pe circumferința bilei va fi la această construcție în general mai mare decît cea care corespunde presiunii N în punctul de contact, așa încît bila va aluneca pe suprafața de indexare și se va deplasa în ghidaj, fără să se rotească. Chiar dacă astfel, la blocajele de indexare obișnuite cu bile, frecarea de alunecare nu este înlocuită prin frecare de rostogolire, nici la locul de contact, nici în ghidaje, înlocuirea unei piese cilindrice de alunecare, de exemplu ca cea reprezentată în fig. 4.4.13, printr-o bilă prezintă totuși avantajul că frecarea de alunecare a unei bile din oțel, rectificată precis și lustruită pe suprafețele de alunecare ce se netezesc prin funcționare, este relativ redusă. Pe de altă parte, datorită mobilității bilei, ajung în contact puncte mereu noi ale suprafeței bilei, reducîndu-se astfel considerabil uzura.

O intrare de indexare prin rostogolire se poate eventual obține prin înlocuirea bilei printr-o rolă (fig. 4.4.25), al cărei fus alunecă în ghidaj, dacă presiunea de indexare P exercitată de exemplu de un arc lamelar acționează tot asupra fusului. În acest caz frecarea în ghidaj și pe arc nu poate să împiedice o rotire a rolei, deoarece ea atacă cu un braț de pîrghie mult mai mic. Asemenea construcții sînt totuși puțin folosite, deoarece se va utiliza un blocaj de indexare cu pîrghie cu intrarea prin rostogolire ca în fig. 4.4.5, dacă blocajul de indexare cu bilă nu este suficient.

Un anumit dezavantaj al blocajelor de indexare cu bilă constă în aceea că ghidarea pentru bilă trebuie să fie adusă relativ aproape de piesa care se indexează, (fig. 4.4.24), ceea ce comportă o execuție foarte precisă și o rezemare în lagăre tot atît de precisă a pieselor în mișcare reciprocă. Din același motiv se impune adeseori ca unghiul de înclinare să fie ales 30° (fig. 4.4.1) și cursa de indexare să se dimensioneze cît mai mică.

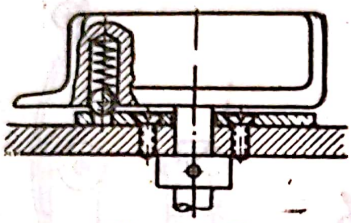


Fig. 4.4.26.

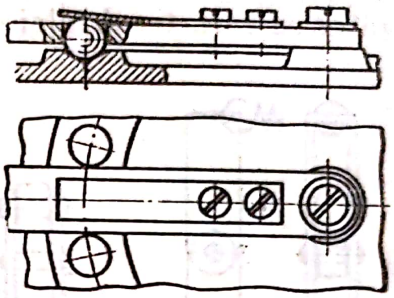


Fig. 4.4.27.

Blocaje de indexare cu bilă care acționează axial

Pentru ghidarea bilei servește de obicei o simplă gaură cilindrică. Dacă dimensiunea piesei respective permite, gaura poate fi dată atît de adînc, încît să poată conține direct arcul de compresiune prevăzut pentru realizarea presiunii de indexare (fig. 4.4.26); în caz contrar se folosește de preferință un arc lamelar, care apasă direct pe bila care iese puțin din gaură (fig. 4.4.27). Dacă nu există loc pentru un arc lamelar, se poate închide și un arc de compresiune într-o bucșă separată care să fie îmbinată cu piesa respectivă prin înșurubare sau nituire (fig. 4.4.28). Aci bucșa este închisă cu un știft filetat înșurubat, prin care arcul poate fi comprimat mai mult sau mai puțin, pentru a regla efectul de indexare. Deseori este necesar ca întreaga bucșă să fie reglabilă în direcția presiunii de indexare, pentru a ține seama de execuția imprecisă a pieselor. Atunci este recomandabil ca bila să fie ținută în bucșă printr-o ușoară răsfrîngere, așa încît ea să nu cadă afară la înlocuirea bucșei (fig. 4.4.29).

La mînerul reprezentat în fig. 4.4.26, discul de indexare executat din alamă are locașuri în forma unor simple găuri cilindrice ușor teșite, în timp ce în fig. 4.4.27 se văd adîncituri conice. La construcția arătată în fig. 4.4.28 s-au prevăzut în mod excepțional adîncituri sferice, pentru a slăbi cît mai puțin posibil arborele.

La construcțiile care acționează axial (fig. 4.4.26 și 4.4.27) trebuie observat în mod special ca raza cercului, pe care sînt adînciturile, să corespundă exact distanței centrului bilei de la axa de rotire, deoarece altfel nu este sigură o funcționare normală.

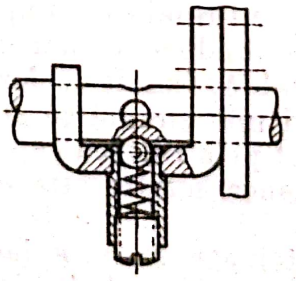


Fig. 4.4.28.
Bucșă fixată prin nituire

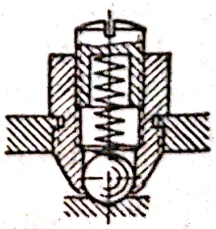


Fig. 4.4.29.
Bucșă fixată prin înșurubare

Scanned with OKEN Scanner

4.4.1.8. Index de blocare rotativ cu intrare prin rostogolire

După cum s-a mai menționat, acolo unde se cere un indice de calitate n al efectului de indexare deosebit de ridicat, se folosesc de preferință blocaje de indexare cu pîrghie și cu intrare în indexare prin role (fig. 4.4.5), la care pîrghia, care poartă la locul de contact o rolă fixată într-un lagăr, se reazemă cu celălalt capăt într-un lagăr de alunecare. Presiunea de indexare este generată, de obicei, de un arc de tracțiune sau de un arc lamelar. Corespunzător cu caracterul rolei cilindrice, asemenea construcții se execută

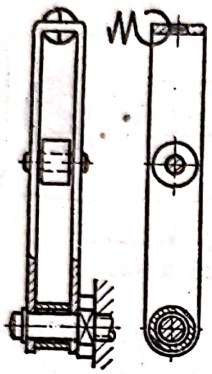


Fig. 4.4.30.

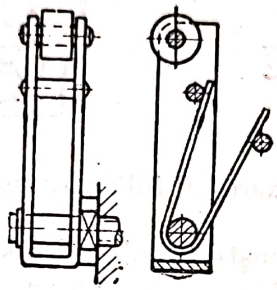


Fig. 4.4.31.

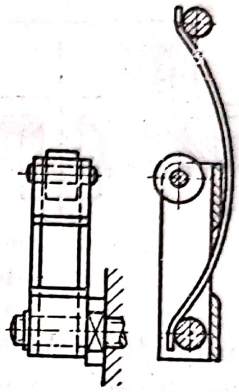


Fig. 4.4.32.

Forme de indexuri de blocare cu pîrghie cu intrare prin rostogolire

aproape exclusiv ca blocaje de indexare cu acționare radială, de obicei în construcție dublă ca în fig. 4.4.12, pentru a descărca arborele de presiunea de indexare. Folosind un arc de tracțiune, acesta poate împreuna cele două pîrghii (fig. 4.4.12). Dacă sînt necesare curse de arcuire scurte, arcul de tracțiune trebuie amplasat în cealaltă parte.

În fig. 4.4.30—4.4.32 se arată cum poate fi executată o asemenea pîrghie de index de blocare sub forma unei simple potcoave din tablă. La amplasare unilaterală este preferabil ca arcul de tracțiune să fie înlocuit printr-un arc lamelar, mai ales atunci cînd există posibilitatea de a realiza construcția astfel, încît să fie suficientă o bucată de bandă de oțel de arc introdusă liber. Exemple de asemenea execuții sînt reprezentate în fig. 4.4.31 și 4.4.32, care pot fi înțelese fără alte explicații. Blocajele de indexare cu pîrghie cu intrare prin rostogolire se execută uneori ca blocaje de indexare cu pîrghie din arc; lagărul rolei este amplasat atunci direct la capătul liber al unui arc lamelar care produce presiunea de indexare. În fig. 4.4.34 corpul de lagăr al rolei din tablă, îndoit în formă de U, este nituit pe arcul lamelar. O construcție și mai simplă se arată în fig. 4.4.33, la care lagărul pentru rolă este realizat prin rularea capătului decupat în formă de furcă al arcului, totuși o asemenea soluție este admisibilă numai la solicitări mai reduse.

Închizătoarele automate la care indexul de blocare pătrunde într-o adîncitură, așa încît el se retrage de la sine la tragerea capacului, sînt considerate tot blocaje mecanice prin indexare. Forma pieselor de închidere corespunde în general construcției indexurilor de blocare.

Cele mai uzuale sînt închizătoarele automate cu index de blocare fixat cu posibilitate de rotație, pîrghia de indexare fiind executată dintr-un arc lamelar, fixat la unul din capete. Închizătoarele automate cu intrare prin rostogolire se execută mai ales sub forma unor blocaje de indexare cu bilă.

Blocajele de indexare magnetice se compun în general dintr-un magnet permanent sau un electromagnet și o roată din fier moale sau tablă silicioasă, prevăzută cu dinți. După cum rezultă din fig. 4.4.35, nu este necesar un index de blocare separat, deoarece forța de tracțiune a magnetului care acționează asupra dinților rezolvă indexarea și blocarea roții. Asemenea blocaje de indexare magnetice se folosesc în tehnica telecomunicațiilor, la aparatele de telesemnalizare și anume la receptoare, pentru a înlătura imprecizia reglării cauzată de frecare la blocajele de indexare mecanice.

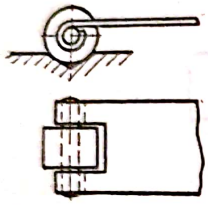


Fig. 4.4.33.
Pîrghie din arc cu lagăre pentru role

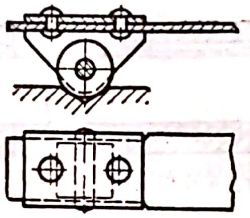


Fig. 4.4.34.

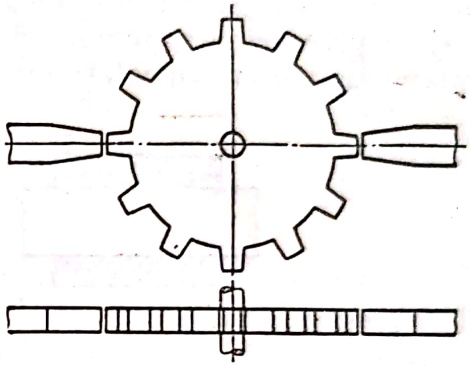


Fig. 4.4.35.
Blocaj de indexare magnetic

4.4.2. Blocaje prin frînare

Blocajul prin frînare reprezentat în tabela 41.1, fig. *III B* se deosebește de blocajul prin indexare reprezentat în tabela 41.1. fig. *III A* prin aceea că piesa care se blochează S nu are nici o adîncitură, iar piesa de înțepenire, realizată de exemplu sub forma unei piese de apăsare netedă, presată de un arc, reține piesa care se blochează în orice poziție; totuși spre deosebire de un blocaj prin înțepenire, ca cel arătat în tabela 4.1.1, fig. *I B*, aci piesa blocată poate fi deplasată în cazul aplicării unei forțe sporite, fără a fi necesară slăbirea prealabilă a blocajului. Blocajul prin frînare realizează astfel numai un anumit mers mai greu al ghidajului unei piese. Se deosebesc în funcție de tipul ghidării: blocaje prin frînare pentru ghidaje de translație și ghidaje pentru piese care se rotesc în lagăre. În orice caz trebuie să existe o forță pentru producerea frecării necesare. În acest scop se folosesc de obicei arcuri, care sînt tensionate la asamblarea ghidajului și care dau o presiune P, suficient de mare pentru a produce o frecare $R = \mu P$, care ajunge pentru a reține piesele în poziția lor respectivă, μ fiind coeficientul de frecare. În poziție de repaus, blocajul prin frînare reprezintă oarecum o îmbinare a pieselor („Îmbinare prin arc", cap. 2.7.2), care poate fi însă desfăcută prin împingere cu o forță mărită corespunzător, care învinge frecarea R.

4.4.2.1. Blocaje pentru ghidaje de translație

Pentru a obține la ghidaje prin translație un mers mai greu, se folosesc de obicei arcuri lamelare, deoarece acestea necesită spațiu puțin și deci pot fi introduse între suprafețele de alunecare. În multe cazuri însă, piesele înseși pot fi realizate cu autoarcuire, așa încît nu mai sînt necesare arcuri speciale. La ghidajele de translație deschise, uneori este suficientă numai greutatea piesei glisante, pentru a împiedica o deplasare neintenționată.

La descrierea exemplelor de execuție se va face deosebirea între blocajele prin frînare pentru ghidajele de translație cu suprafețe de ghidare plane și cele cu suprafețe cilindrice.

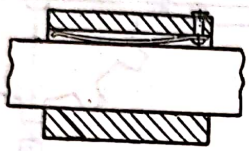


Fig. 4.4.36.

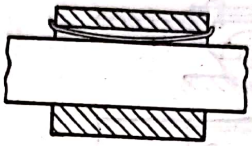


Fig. 4.4.37.

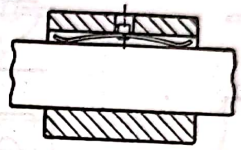


Fig. 4.4.38.

Blocaje prin frînare cu arcuri din foi intercalate

Deoarece la ghidajele de translație cu suprafețe plane există de obicei prisme avînd secțiunea plată, dreptunghiulară, secțiunea dreptunghiulară a piesei exterioare trebuie mărită fie în înălțime, fie în lățime, dacă trebuie introdus un arc lamelar. Prima soluție permite introducerea unui arc mai lat, totuși gabaritul piesei devine mai mare decît la introducerea unui arc îngust pe partea îngustă (fig. 4.4.36—4.4.38).

La execuția arătată în fig. 4.4.36, arcul lamelar curbat corespunzător este fixat la unul din capete printr-un nit. Totuși, arcul poate fi executat și astfel, încît să fie ținut printr-o asigurare prin formă. În fig. 4.4.3 este reprezentată o construcție la care capetele arcului sînt îndoite în sus. La o

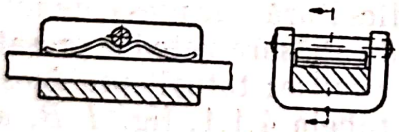


Fig. 4.4.39.
Blocaj prin frînare cu arc lamelar introdus între piese

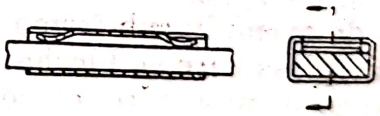


Fig. 4.4.40.
Blocaj prin frînare cu urechi arcuitoare ale piesei exterioare

lungime mai mare a ghidajului sînt de recomandat arcuri dublu curbate; astfel, arcul reprezentat în fig. 4.4.38 poartă în mijloc un nit, care intră într-o gaură a piesei exterioare.

La construcția arătată în fig. 4.4.39, un arc lamelar cu efect asemănător se reazemă cu îndoitura în formă de șa, prevăzută la mijlocul său, pe un știft présat transversal în pereții laterali ai piesei exterioare în formă de U. În fig. 4.4.40 se arată o construcție cu piesa exterioară arcuitoare; urechile din tablă care sînt așezate cap la cap, sînt astfel îndoite, încît ia naștere un arc dublu asemănător celui reprezentat în fig. 4.4.38.

Blocaje prin frînare ca cele reprezentate în fig. 4.4.39 și 4.4.40 pot fi folosite și atunci cînd arcul lamelar este amplasat pe partea îngustă, în care caz se poate folosi eventual un arc din sîrmă, în locul unui arc lamelar îngust.

Dacă două țevi cilindrice, introduse una în alta, trebuie să poată fi deplasate una față de alta, dar cu posibilitatea fixării în orice poziție, una

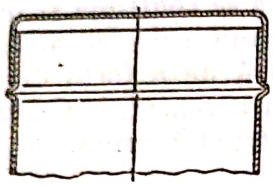


Fig. 4.4.41.

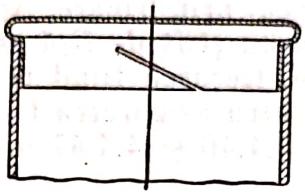


Fig. 4.4.42.

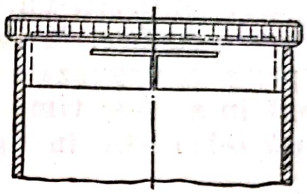


Fig. 4.4.43.

Blocaje prin frînare la capace pentru recipienți cilindrici

din cele două țevi, de obicei cea interioară, se crestează. Blocaje prin frînare asemănătoare, care folosesc arcuirea proprie a pieselor, se întîlnesc și la capacele pentru recipienții cilindrici. La capacele din tablă foarte subțire (fig. 4.4.41) este suficientă uneori numai abaterea de la forma circulară, care există totdeauna, pentru a obține chiar la execuția cu ajustaj semiliber o frecare suficientă pentru fixare. La o grosime mai mare a peretelui, capacul poate fi crestat, de exemplu ca în fig. 4.4.43, iar urechile astfel realizate se îndoiesc puțin în afară, pentru a obține o arcuire sufi-

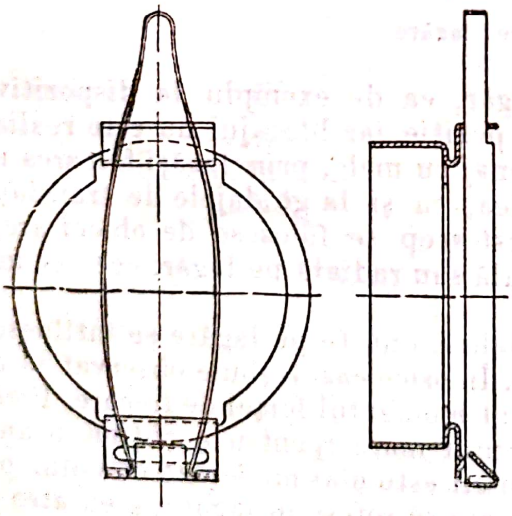


Fig. 4.4.44.

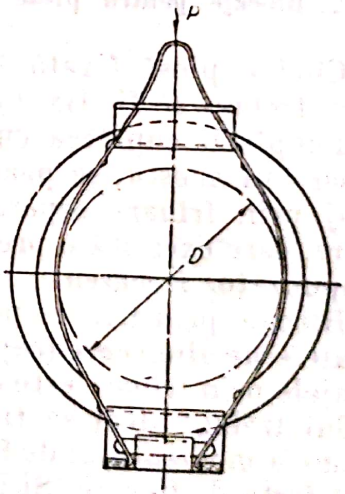


Fig. 4.4.45.

Blocaj prin frînare cu arc lamelar la rama de fixare a unui obiectiv fotografic

cientă. La construcția ceva mai simplă arătată în fig. 4.4.42 trebuie avut în vedere ca la așezarea capacului acesta să fie rotit în sensul în care se evită îndoirea urechii ascuțite.

Uneori, de exemplu, la fixarea ramelor pentru obiectivele fotografice, se folosesc, pentru blocajele prin frînare, benzi de arc separate, ca în fig. 4.4.44 și 4.4.45. Arcul lamelar, îndoit în formă de buclă și fixat la ambele

capete, este comprimat cu degetul mare și degetul arătător, în direcția săgeții P (fig. 4.4.45), realizîndu-se astfel lărgirea laterală necesară pentru introducerea pe o țeavă cu diametrul D.

La dispozitivele electrice de comutatoare cu contacte de glisare, elementul mobil de comutare este de obicei ținut în poziția de închidere a circuitului tot printr-un blocaj prin frînare. Aceasta se confirmă și la întrerupătoarele cu fișe, la care un știft de fișă este ținut prin frecarea dintre el și priza corespunzătoare, frecarea fiind realizată de o forță de arcuire necesară în același timp pentru asigurarea trecerii curentului. Ca exemplu se arată schematic în fig. 4.4.46 și 4.4.47 o construcție cunoscută de fișă

Fig. 4.4.46.

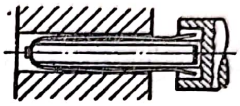


Fig. 4.4.47.

Construcția știftului de contact cu arcuire la întrerupătoarele cu fișă

(fișă cu banane). Două arcuri lamelare înguste, așezate în cruce unul peste celălalt și îndoite corespunzător, sînt nituite la capătul știftului. Capetele arcurilor sînt ținute liber, prin asigurare prin formă, într-o degajare din umărul știftului. Cînd există curenți mai puternici, este de obicei recomandabilă o execuție cu știft neted și priză arcuitoare.

4.4.2.2. Blocaje pentru piese montate pe lagăre

Cînd o piesă fixată într-un lagăr, ca de exemplu la dispozitivul de reglaj, trebuie să fie fixată în orice poziție, iar blocajul nu este realizat, ca de exemplu la cuplarea cu un angrenaj cu melc, prin însăși frecarea mărită ce apare în acesta, se poate prevedea, ca și la ghidajele de translație, un blocaj prin frînare separat. În acest scop se folosesc de obicei arcuri de frînare, care exercită o presiune axială sau radială pe lagăr, ceea ce mărește corespunzător frecarea.

Blocaje prin frînare pentru piesele montate pe lagăre se întîlnesc și la cuplajele de alunecare (cap. 5.3.2.1). În orice caz, trebuie observat că pentru blocajele prin frînare este determinant momentul forței de frecare. Presiunea arcului trebuie deci să fie cu atît mai mare (pentru a obține o anumită mărime a momentului de frecare), cu cît este mai mică raza cercului pe care atacă forța de frecare. Și la piesele care se rotesc în lagăre, greutatea piesei din lagăr servește uneori ca blocaj prin frînare. Asemănătoare este situația la întrerupătoarele electrice glisante, de exemplu cel reprezentat în fig. 4.4.6, unde frecarea puternică produsă de presiune axială a arcurilor impune o întărire corespunzătoare a blocajului.

Scanned with OKEN Scanner

5. CUPLAJE

Cuplajele sînt folosite pentru a îmbina doi arbori sau un arbore cu o altă piesă (de exemplu cu o roată dințată).

Mișcările arborelui motor sînt transmise cu aceeași turație și același sens de rotire asupra celui de-al doilea arbore, respectiv asupra celei de-a doua piese.

5.1. TIPURI DE CUPLAJE

Construcția cuplajului este astfel făcută, încît piesele cuplajului sînt fie în contact permanent în timpul funcționării (cuplaje permanente), fie ele pot fi cuplate și decuplate (ambreiaje).

Cuplajele permanente pot fi cuplaje fixe, la care elementele componente ale cuplajului sînt legate rigid între ele, sau cuplaje mobile, care

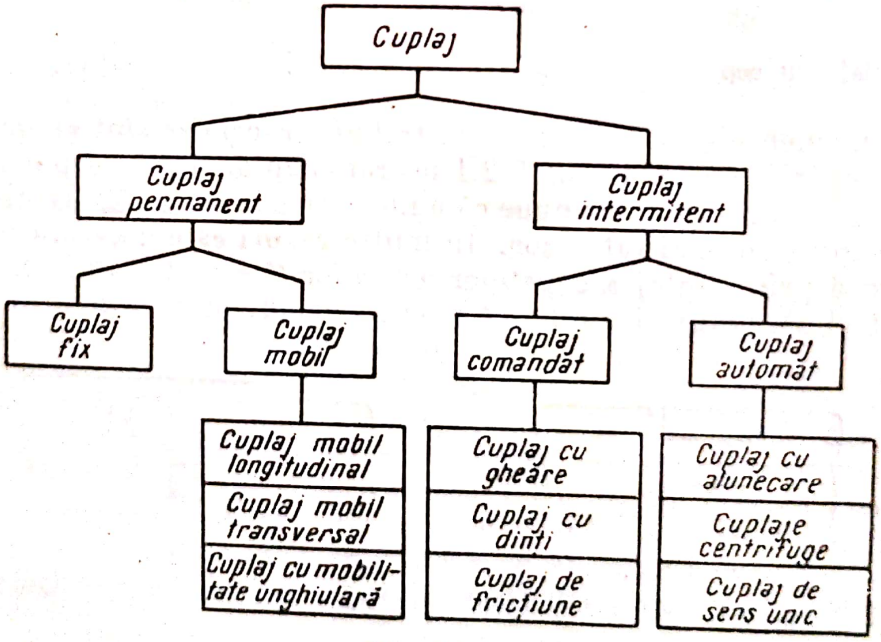


Fig. 5.1.1.
Tipuri de cuplaje

permit o anumită mobilitate a pieselor cuplajului. Mobilitatea poate consta într-o deplasare axială (cuplaje mobile longitudinal), o deplasare radială (cuplaje mobile transversal) sau într-o mobilitate unghiulară (cuplaje cu mobilitate unghiulară).

Cuplarea şi decuplarea cuplajelor intermediare se face fie prin comandă (cuplaje comandate, aşa-numitele cuplaje cu gheare şi cuplaje de fricţiune), fie de la sine (cuplaje automate, care se subîmpart în cuplaje de alunecare, cuplaje centrifuge şi cuplaje de sens unic — cu roată liberă).

În fig. 5.1.1 se arată o clasificare a tipurilor de cuplaje enumerate.

5.2. CUPLAJE PERMANENTE

Cuplajele fixe, adică acelea la care elementele componente ale cuplajului sînt îmbinate împreună fix, deci rigid, nu se întîlnesc aproape de loc în mecanica fină. În cele mai multe cazuri, este necesară mai curînd o anumită mobilitate reciprocă a elementelor componente ale cuplajului, pentru a compensa inexactităţile sau schimbarea poziţiei axelor elementelor cuplate. Asemenea cuplaje permanente se numesc cuplaje mobile şi se grupează în: cuplaje mobile longitudinal, transversal şi cu mobilitate unghiulară.

5.2.1. Cuplaje mobile longitudinal

Cuplajele mobile longitudinal sînt necesare în cazul în care între piesele cuplate apar deplasări axiale. Există cuplaje cu cep şi cuplaje cu discuri.

5.2.1.1. Cuplaje cu cep

Dacă momentele de torsiune care trebuie transmise sînt relativ mici, se pot folosi cuplaje cu cep. În fig. 5.2.1 se arată cuplarea prin cep a doi arbori. O asemenea construcţie presupune că ambii arbori sînt astfel fixaţi în lagăre, încît se asigură coaxialitatea lor. În multe cazuri este necesară însă ghidarea reciprocă prin cuplaj a capetelor arborilor (fig. 5.2.2—5.2.4). Dacă forţele care trebuie transmise nu sînt mari, se poate prevedea ca în fig. 5.2.2,

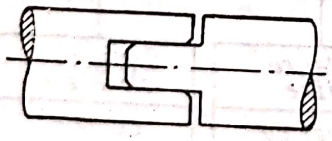


Fig. 5.2.1.
Cuplaj cu cep (cu gheară şi crestătură)

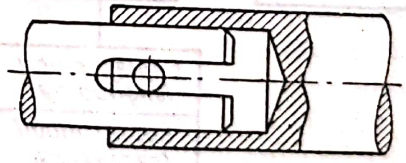


Fig. 5.2.2.
Cuplaj cu cep (cu ştift şi crestătură)

un ştift transversal, care este fixat în manşonul de ghidare al celui de-al doilea arbore. Cazul invers al construcţiei cu ştift este arătat în fig. 5.2.5.

În fig. 5.2.3 şi 5.2.4 sînt reprezentate cuplaje cu cep cu capetele arborilor aplatisate pînă la jumătate. La execuţia pentru doi arbori avînd acelaşi diametru (fig. 5.2.4), un manşon de ghidare este fixat rigid prin două ştifturi de unul din arbori.

Dacă la aceste cuplaje trebuie evitat jocul tangențial inevitabil, care s-ar mai mări pe măsura uzării, „ghearele" care intră una în alta pot căpăta o formă de pană, fiind ținute cuplate printr-o asigurare axială prin forță. Dacă se folosește, ca în fig. 5.2.5 și 5.2.6, un arc de compresiune pentru rea-

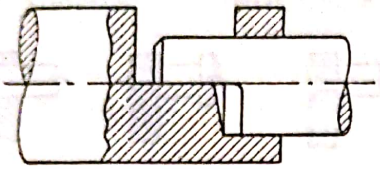


Fig. 5.2.3.

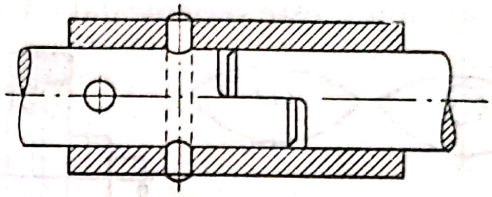


Fig. 5.2.4.

Cuplaje cu cep (cu capetele arborilor aplatisate pînă la jumătate)

lizarea asigurării axiale prin forță, acest arc poate, în același timp, să compenseze deplasări longitudinale. În cazul de față, elementele componente sînt astfel concepute, încît arcul de compresiune poate fi comprimat atît

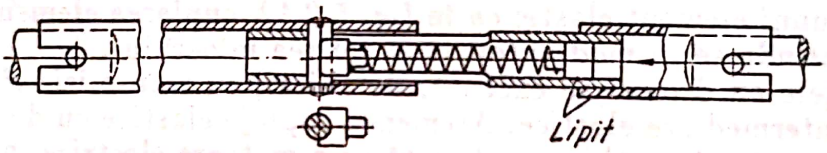


Fig. 5.2.5. Fig. 5.2.6.

Cuplaj cu cep cu arbore intermediar interschimbabil

de mult prin deplasarea manșonului exterior în direcția săgeții, încît întreg „arborele intermediar arcuitor" poate fi schimbat, fără ca arborii, desenați cu ruptură în dreapta și în stînga (fig. 5.2.6), să fie deplasați.

5.2.1.2. Cuplaje cu discuri

Dacă la capetele arborilor care trebuie cuplați se fixează discuri, pe conturul exterior al cărora intră unul în altul, elemente de cuplare concepute corespunzător, se realizează, față de cuplajele cu cep, avantajul că forțele care acționează asupra elementelor componente ale cuplajului devin mai mici, la mărime constantă a momentului de răsucire care trebuie transmis, iar jocul inevitabil dintre elementele cuplajului devine mai puțin remarcabil. Deoarece discurile nu servesc decît pentru fixarea elementelor componente ale cuplajului pe arbori, ele pot căpăta și forma unor brațe de manivelă. În acest caz, asemenea cuplaje se execută de obicei sub forma cuplajelor de antrenare, la care există posibilitatea unei deplasări transversale (cap. 5.2.2).

În fig. 5.2.9 se arată execuția unui cuplaj cu discuri sub formă de cuplaj cu gheare, la care „gheara" pătrunde într-o crestătură a discului. Construcții cu două gheare așezate una în fața celeilalte, așa cum se arată prin liniile punctate, se recomandă numai în cazul unei centrări precise a celor doi arbori. Drept gheară poate servi și un bolț prin nituire sau înșurubare în elementul respectiv al cuplajului (fig. 5.2.10 și 5.2.11), bolțul intrînd într-o crestătură (fig. 5.2.8) sau într-o gaură (fig. 5.2.7).

Îmbinarea demontabilă a bolțului de antrenare permite montarea fără deplasare axială a elementelor cuplajului. Dacă un mîner fixat de capacul unei cutii trebuie să fie cuplat cu un arbore fixat în lagăre în cutie și, deci, la închiderea capacului, nu se poate observa intrarea în contact a elementelor cuplajului, este recomandabilă o fixare a bolțului de antrenare cu in-

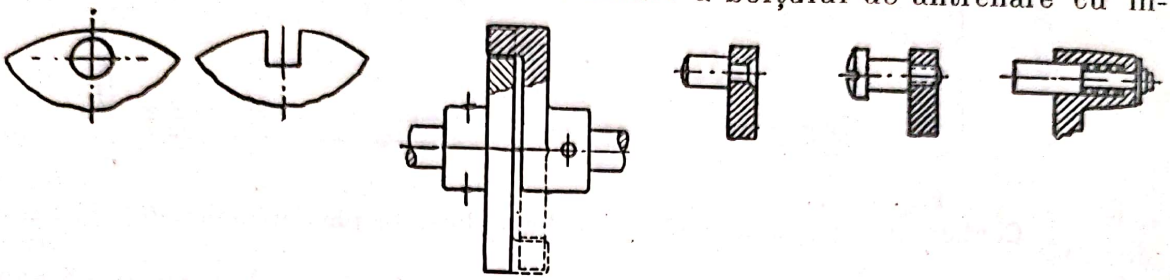


Fig. 5.2.7. Fig. 5.2.8. Fig. 5.2.9. Fig. 5.2.10. Fig. 5.2.11. Fig. 5.2.12.
Cuplaje cu gheare cu antrenoare fixe și elastice

tercalarea unui element elastic ca în fig. 5.2.12, cuplarea elementelor cuplajului executîndu-se în mod automat la rotirea mînerului.

Cuplajele cu discuri se execută, de obicei, cu transmisie elastică, prin elemente intermediare elastice. Asemenea cuplaje elastice cu discuri se folosesc, de exemplu, la acționarea directă prin motoare electrice, pentru a prelua eventualele oscilații datorită trepidațiilor și pentru a amortiza astfel zgomotul. Ele permit și compensarea între anumite limite a nepreciziilor de montaj și a diferențelor datorite uzării lagărelor. Două exemple principale de cuplaje elastice cu discuri sînt arătate în fig. 5.2.13 și 5.2.14.

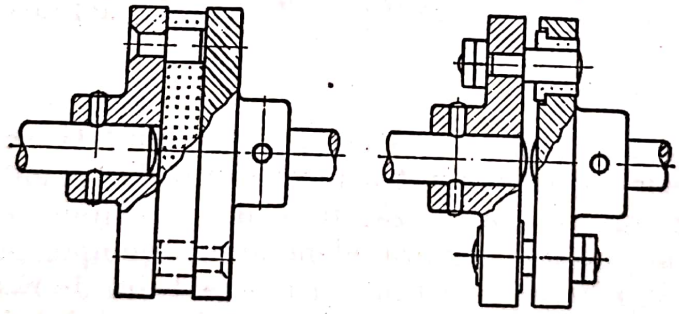


Fig. 5.2.13. Fig. 5.2.14.
Cuplaje elastice cu discuri

Transmisia elastică se face în primul caz printr-un disc din piele, în al doilea caz prin bucșe din material elastic, în care știfturile cuplajului pătrund ca gheare.

5.2.2. Cuplaje mobile transversal

Cînd axele arborilor pot fi deplasate paralel una față de alta cu o mică distanță, elementele cuplajului care intră unul în celălalt trebuie astfel construite, încît să existe posibilitatea unei deplasări radiale reciproce. Aceasta se realizează în modul cel mai simplu, prin folosirea unui cuplaj

de antrenare. La acesta, transmiterea mișcării se face, ca și la un cuplaj cu discuri printr-un „antrenor" purtat de unul din elementele cuplajului și care pătrunde într-o crestătură radială a celuilalt element al cuplajului. Un cuplaj cu antrenor de construcție simplă, pentru un contor electric, este arătat în fig. 5.2.15. În acest caz, stiftul cuplajului este prevăzut cu o țeavă din sticlă, pentru a realiza o izolație electrică.

Asemenea cuplaje de antrenare lucrează fără joc numai atunci cînd momentul de antrenare acționează totdeauna în același sens. Dacă este necesar

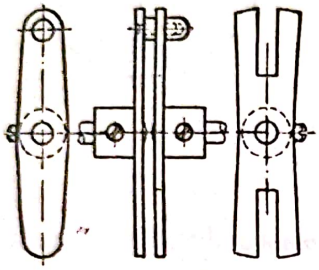


Fig. 5.2.15.

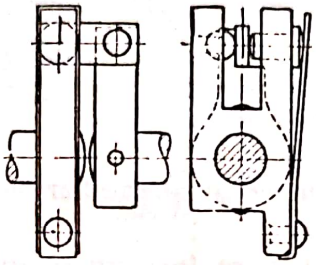


Fig. 5.2.16.

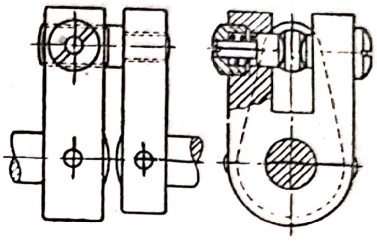


Fig. 5.2.17.

Cuplaje de antrenare

să se asigure un mers fără joc și la sens de rotire variabil, se montează antrenoare elastice. În fig. 5.2.16 se arată un asemenea cuplaj elastic cu arc unilateral pentru acționarea unui condensator rotativ. Posibilitatea de cedare elastică în ambele sensuri de rotire (fig. 5.2.17) există, în general, numai atunci cînd se tinde nu atît la realizarea unei mișcări fără joc cît la o transmisie elastică.

Cînd este necesară o posibilitate mărită de deplasare transversală, mai ales cînd se face transmiterea continuă a unei mișcări de rotație, construcțiile descrise nu sînt recomandabile, deoarece pe de o parte elementele componente ale cuplajului sînt supuse unei uzări puternice din cauza deplasării reciproce permanente, iar pe de altă parte mișcarea este transmisă cu atît mai puțin uniform cu cît distanța a dintre axe este mai mare (fig. 5.2.18). Un asemenea cuplaj acționează cinematic ca un mecanism rotativ cu pîrghie și se vede din fig. 5.2.18 că, la viteza unghiulară ω_1 uniformă a pîrghiei cu raza r, viteza unghiulară ω_2 a mecanismului variază între limitele

$$\frac{r\,\omega_1}{r+a} \text{ și } \frac{r\,\omega_1}{r-a},$$

corespunzătoare pozițiilor A și B ale știftului P.

Pentru a evita neuniformitatea se pot monta, una după alta, două cuplaje simple, decalate între ele cu 90°. Se realizează astfel un

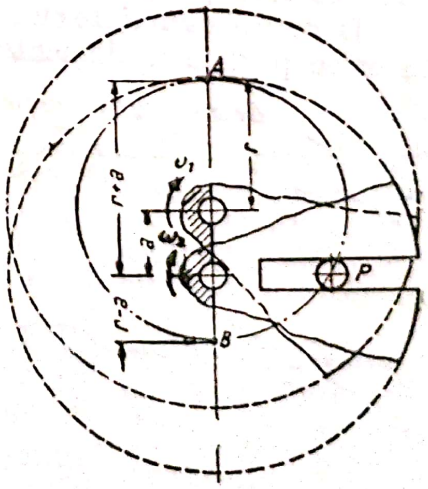


Fig. 5.2.18.

Sistemul de viteze la un cuplaj mobil transversal

cuplaj cu sertar intermediar în cruce (fig. 5.2.19). Pentru a obține și o anumită mobilitate unghiulară a cuplajului, este recomandabil ca sertarele să fie executate cilindric. O abatere unghiulară și mai mare a axelor permite

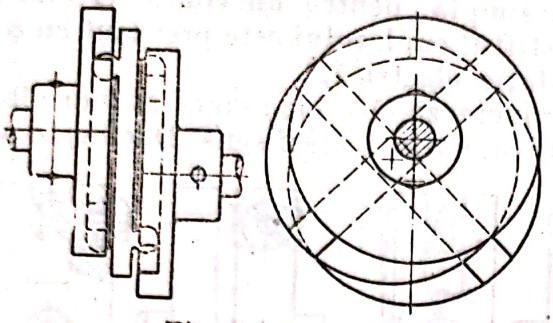


Fig. 5.2.19.

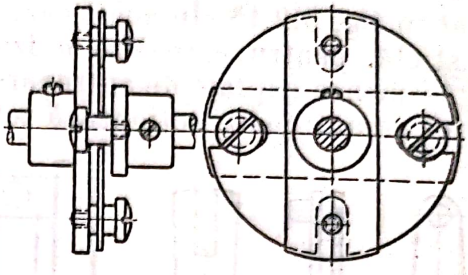


Fig. 5.2.20.

Cuplaje cu sertar intermediar în cruce

execuția arătată în fig. 5.2.20, care însă nu se folosește decît pentru transmiterea forțelor mici.

5.2.3. Cuplaje cu mobilitate unghiulară

Cuplajele cu mobilitate unghiulară sînt folosite atunci cînd axele arborilor care se cuplează sînt încrucișate sub un anumit unghi (unghi de înclinare). În acest caz, rotirea uniformă a unuia din arbori are drept urmare o rotire neuniformă a celuilalt și anume abaterea de la uniformitate va deveni cu atît mai mare, cu cît este mai mare unghiul de înclinare dintre axe. Această neuniformitate poate fi înlăturată prin două cuplaje cu mobilitate unghiulară, dispuse în serie într-un anumit fel. Arborii pot fi în acest caz amplasați astfel, încît unghiurile de înclinare să se însumeze (fig. 5.2.22) sau să se anuleze (fig. 5.2.24). În cel de-al doilea caz, construcția servește pentru cuplarea între ei a doi arbori așezați paralel.

Deoarece cuplajele cu mobilitate unghiulară trebuie să se poată articula în orice poziție a elementelor cuplajului, este necesar să se amplaseze, ca

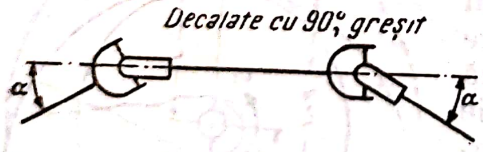


Fig. 5.2.21.

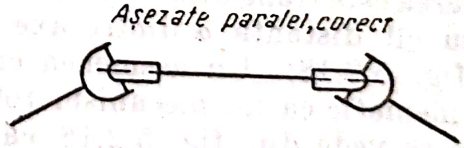


Fig. 5.2.22.

Fig. 5.2.23.

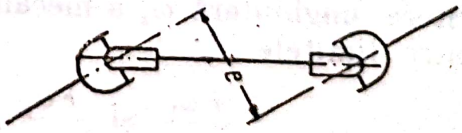


Fig. 5.2.24.

Amplasarea articulațiilor la cuplajele cu mobilitate unghiulară

și la cuplajele mobile transversal (cap. 5.2.2), două cuplaje în cruce. Mobilitatea unghiulară totală poate fi realizată folosind drept elemente

intermediare articulații în cruce, articulații sferice sau articulații elastice. Corespunzător se deosebesc cuplaje cu articulații în cruce (cuplaje cardanice), cu articulații sferice (cu nuci) sau cu articulații elastice.

5.2.3.1. Cuplaje cu articulații în cruce (cuplaje cardanice)

Cuplajele cu articulații în cruce se compun din două articulații legate între ele și care sînt așezate încrucișat la un unghi de 90°. Dacă neuniformitatea transmiterii mișcării trebuie înlăturată printr-un al doilea cuplaj

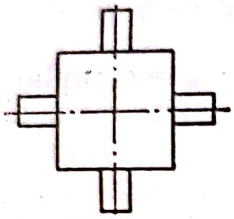


Fig. 5.2.25.

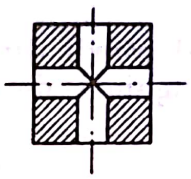


Fig. 5.2.26.

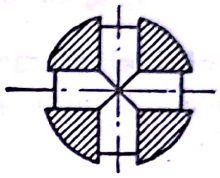


Fig. 5.2.27.

Formele crucilor de articulație (crucilor cardanice)

cu articulație în cruce, unghiurile de înclinare trebuie să fie egale (cap. 5.2.3), iar fusurile articulațiilor de la capetele arborelui intermediar care leagă cuplajele trebuie să fie așezate paralel. Se pune la bază ipoteza că axele se găsesc în același plan. În fig. 5.2.21-5.2.24 se arată dispoziția

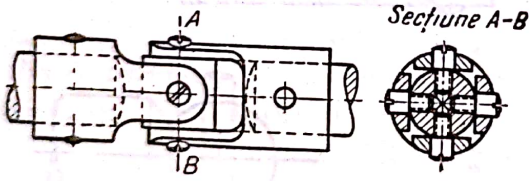


Fig. 5.2.28.

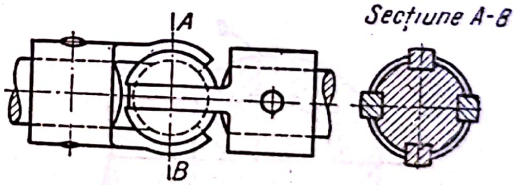


Fig. 5.2.29.

Cuplaje cu articulație în cruce

greșită și cea corectă a cuplajelor. Formele crucilor de articulație (crucilor cardanice) sînt arătate în fig. 5.2.25-5.2.27. Crucea cardanică reprezentată în fig. 5.2.25 are forma unui cub cu patru cepuri cilindrice strunjite, care se reazemă în găurile furcilor fixate rigid pe capetele arborilor. La crucea arătată în fig. 5.2.26, cubul poartă găurile formînd locașurile de lagăr, în care intră cepurile din furcile cuplajelor.

La cuplajul cu articulație în cruce, reprezentat în fig. 5.2.28 drept fusuri de lagăr servesc tijele cilindrice a cîte două șuruburi, care sînt înșurubate în cruciș într-o cruce de articulație cilindrică. La execuția reprezentată în fig. 5.2.29, crucea este executată sub forma unei bile cu canale dispuse în cruce, în care intră elementele de cuplare prelucrate în formă de furcă și care sînt îndoite, ca asigurare împotriva unei deplasări axiale.

Scanned with OKEN Scanner

Printre cuplajele cu articulaţie în cruce se poate număra şi cuplajul arătat în fig. 5.2.30, care are un joc suficient de mare între diametrul d

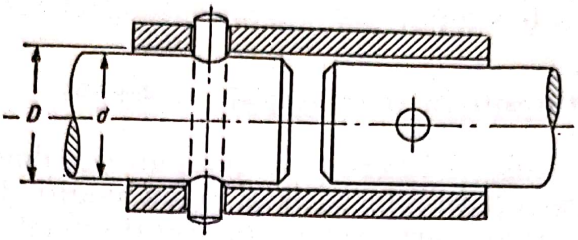


Fig. 5.2.30.
Cuplaj cu manşon folosit drept cuplaj cu articulaţie în cruce

al arborelui şi diametrul D al găurii din manşon; acest cuplaj poate fi însă folosit numai pentru unghiuri de înclinare foarte mici ale axelor arborilor.

5.2.3.2. Cuplaje cu articulaţii sferice

În fig. 5.2.31 şi 5.2.32 se arată cuplaje cu articulaţii sferice (cu nuci). La execuţia arătată în fig. 5.2.31, fusul sferic K se roteşte prin ştiftul

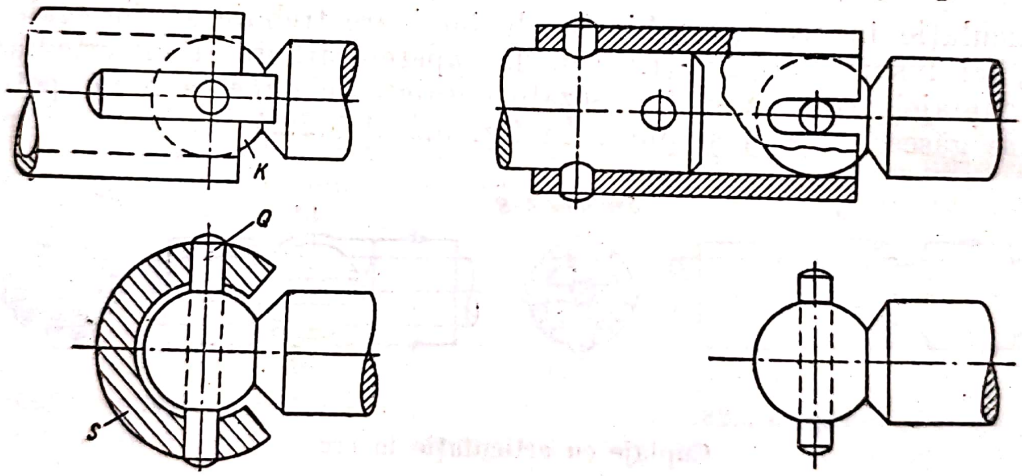


Fig. 5.2.31.

Fig. 5.2.32.

Cuplaje cu articulaţii sferice

transversal Q în segmentul de inel S, care se poate deplasa în crestătura manşonului arborelui acţionat. Segmentul de inel S (fig. 5.2.31) poate fi şi eliminat, cum se arată în fig. 5.2.32, în care caz însă jocul dintre elementele cuplajului se măreşte.

5.2.3.3. Cuplaje cu articulaţii elastice

Cînd forţa de transmis şi abaterea unghiulară a axelor sînt mici, se pot folosi în multe cazuri cuplaje cu articulaţii elastice. Astfel, de exemplu, cuplajul cu inel elastic arătat în fig. 5.2.33 poate fi considerat oarecum ca un cuplaj cu articulaţie în cruce, asemănător cu cel arătat în fig. 5.2.28,

încovoierea inelului executat din tablă subţire de oţel de arc asigurînd mobilitatea unghiulară necesară în toate direcţiile. Asemănător lucrează şi cuplajele cu membrană (fig. 5.2.34).

Dacă abaterile unghiulare sînt mai mari, capetele arborilor se leagă mai bine printr-un arc elicoidal. Prin folosirea a două arcuri poate fi eliminată neuniformitatea transmiterii mişcării. Dacă se foloseşte drept cuplaj un arc elicoidal cu mai multe spire, se poate renunţa însă, de regulă, la o asemenea construcţie, deoarece arcul permite o considerabilă răsucire elastică a arborilor unul faţă de celălalt, ceea ce duce în multe cazuri la compensarea în măsură suficientă a neuniformităţilor. În fig. 5.2.35 şi 5.2.36 se arată cum se poate lega de arbore arcul elicoidal răsucit din sîrmă de arc şi care serveşte drept cuplaj, fie prin înşurubarea pe o bucşă care este înţepenită pe arbore, fie prin introducerea capătului îndoit al sîrmei într-o crestătură a arborelui (fig. 5.2.36).

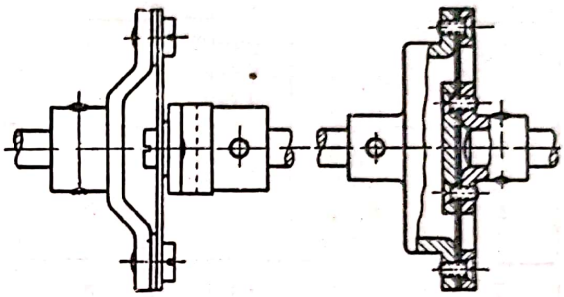


Fig. 5.2.33. Cuplaj cu inel elastic

Fig. 5.2.34. Cuplaj cu membrană

Din cuplajele cu arc elicoidal fac parte şi arborii flexibili, deoarece ei se compun tot din sîrme înfăşurate elicoidal. Arborii executaţi de obicei din sîrmă de oţel se procură de preferinţă de la fabrici de specialitate. După cum se arată în fig. 5.2.37, arborele flexibil este format din mai multe straturi de sîrmă înfăşurată unul peste altul în formă de arc elicoidal cu mai multe începuturi şi anume cu sensul de înfăşurare alternativ pe dreapta şi pe stînga. Momentul de torsiune transmis de fiecare sîrmă individual poate fi considerat aproximativ egal cu cel pe care sîrma respectivă l-ar transmite ca arbore în stare întinsă. Pentru a obţine o rezistenţă mai bună, o protecţie mai ridicată şi o mînuire mai comodă, arborele flexibil se introduce într-un tub de protecţie flexibil din oţel, în care se poate introduce

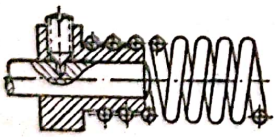


Fig. 5.2.35. Cuplaj cu arc elicoidal

Fig. 5.2.36.

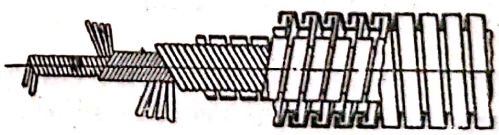


Fig. 5.2.37. Arbore flexibil

o inserţie din oţel lat, răsucită elicoidal, pentru a evita uzura prin frecare reciprocă şi pentru a reduce frecarea. Tabela 5.2.1 cuprinde indicaţii asupra arborilor flexibili care se pot găsi în comerţ. Diametrul exterior al ultimului strat de sîrmă înfăşurată este notat prin d, iar raza minimă cu care poate fi îndoit arborele este notată cu r.

Tabela 5.2.1

Indicații asupra arborilor flexibili

Diametrul D, mm	Puterea CP	Turația rot/min	Numărul de straturi	Raza minimă de îndoire r, mm	Domeniul de folosire: acționare pentru
3	0,03	2 000	3	40	aparate dentare și chirurgicale
3,25	0,04	2 000	3	50	
3,5	0,04	2 000	3	60	aparate de kilometraj
3,75	0,05	2 000	3	70	
4	0,06	2 000	3	80	
4,5	0,06	1 900	3	90	tahometre
5	0,06	1 800	3	100	
5,5	0,07	1 800	3	110	
6	0,08	1 800	3	120	
7	0,08	1 600	3	140	aparate optice și aparate de taxat
8	0,1	1 600	3	160	
9	0,1	1 400	4	180	aparate pentru masaje
10	0,12	1 400	4	200	
11	0,2	1 200	4	220	mașini de tuns
12	0,3	1 200	4	240	

5.3. CUPLAJE INTERMITENTE (AMBREIAJE)

Cuplajele intermitente se folosesc atunci cînd transmiterea mișcării trebuie să poată fi cuplată și decuplată. Cuplarea se face fie direct cu mîna (cuplaje intermitente comandate), fie în mod automat (cuplaje automate) și anume prin variația momentului de acționare (cuplaje de alunecare), a turației (cuplaje centrifuge) sau a sensului de rotire (cuplaje de sens unic sau cu o roată liberă).

5.3.1. Cuplaje comandate

Cuplajele intermitente comandate se folosesc atunci cînd transmiterea mișcării între doi arbori trebuie să fie cuplată sau decuplată, după dorință. Cuplarea se face în general prin deplasarea axială a elementelor cuplajului. Cuplajul poate lucra, prin asigurare prin forță, ca cuplaj de fricțiune.

5.3.1.1. Cuplaje cu gheare

La cuplajul cu discuri, reprezentat în fig. 5.3.1, sînt fixate, pe o roată dințată care se rotește pe un fus, două bolțuri, care intră în găurile unei bucșe de cuplare. Aceasta, fiind ghidată pe o pană paralelă, se poate deplasa axial. Bucșa este prevăzută cu un canal, în care intră o pîrghie de comandă sau alt

organ asemănător, prin a cărui acționare știftul de cuplare este deplasat. Alte exemple pentru realizarea unor asemenea pîrghii de cuplare sînt arătate în fig. 5.3.2 și 5.3.3.

Construcția arătată în fig. 5.3.1 a unui element component de forma unei furci, care poate fi deplasat paralel și care este împins printr-un arc de compresiune în una din cele două poziții de cuplare, prezintă dezavantajul că se poate produce cu ușurință o blocare printr-o așezare înclinată în ghidaj. De aceea se întîlnește mai des o furcă fixată într-un lagăr, care însă în acest caz trebuie să fie prevăzută la locurile de angrenare, de exemplu ca în

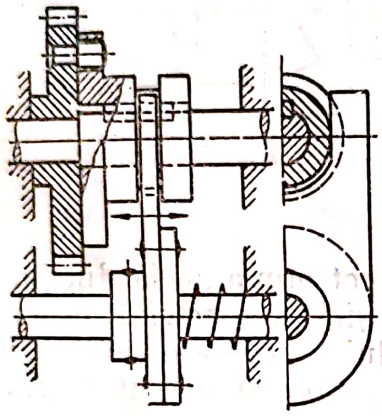


Fig. 5.3.1.

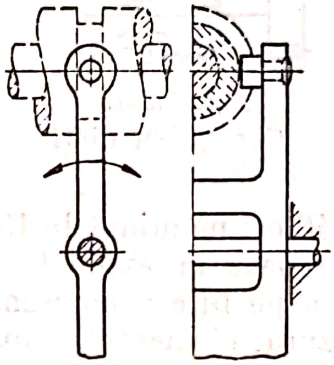


Fig. 5.3.2.

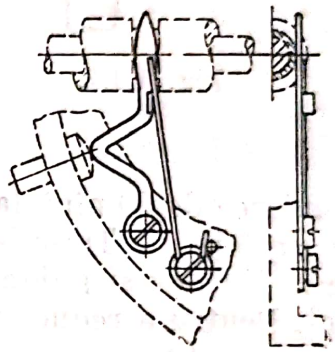


Fig. 5.3.3.

Cuplaje cu gheare comandate prin pîrghii de cuplare

fig. 5.3.2, cu cepuri cilindrice fixate prin nituire și care alunecă în canal. În locul acestei soluții se adoptă uneori, mai ales la ceasornice de buzunar, pentru acționarea cuplajului reprezentat în fig. 5.3.5, o execuție a pîrghiei de cuplare ca cea arătată în fig. 5.3.3. Aici s-a prevăzut un arc din sîrmă, care ține elementele cuplajului în poziție cuplată, decuplarea în scopul deplasării arătătorului făcîndu-se prin apăsarea butonului.

Cuplajele cu gheare construite astfel pot fi decuplate în timpul funcționării, totuși cuplarea nu este posibilă de regulă decît în stare de repaus și numai într-o poziție reciprocă bine determinată a elementelor cuplajului.

5.3.1.2. Cuplaje cu dinți

Dacă cuplajul trebuie să fie cuplat în orice poziție dorită, suprafețele de angrenare trebuie să fie teșite cel puțin pe una din părți. Se obțin astfel cuplaje cu dinți. O teșire pe o singură față a „dinților" (fig. 5.3.4 și 5.3.5) presupune că transmiterea forței se face într-un singur sens. La sens variabil al mișcării, dinții trebuie să fie teșiți pe ambele fețe. În acest caz este recomandabil să se prevadă o forță suficient de mare a arcului, care ține elementele cuplajului împreunate și care trebuie învinsă la decuplare.

În fig. 5.3.4 este reprezentat un cuplaj intermitent simplu cu dinții teșiți pe o singură față, constituind manivela unui aparat cinematografic de proiecție. Manivela este prevăzută cu gheare în formă de dinți și este deplasată cu mîna pe arbore. Pentru a realiza o angrenare rapidă, se pot

prevedea mai multe elemente de angrenare. Ca exemplu pentru o asemenea construcție se arată în fig. 5.3.5 dispozitivul de reglare a arătătorului la un ceas de mînă, și anume poziția de angrenare. Pentru decuplare, elementul T se deplasează în direcția săgeții și se cuplează cu mecanismul de acționare, care nu este reprezentat pe desen. În fig. 5.3.6 se arată un cuplaj pentru solicitări mai mari. În condiții de funcționare continuă el permite cuplarea și

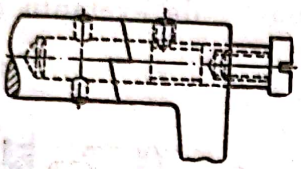


Fig. 5.3.4.

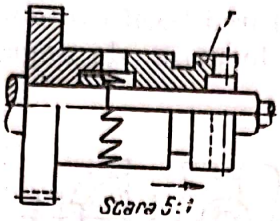


Fig. 5.3.5.

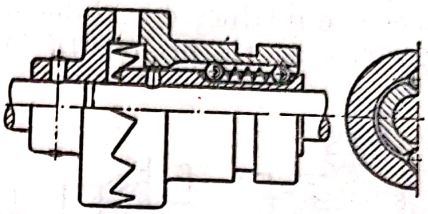


Fig. 5.3.6.

Cuplaje cu dinți

decuplarea de 30 pînă la 40 ori pe minut la 150 rot/min a uneia din jumătățile cuplajului. Trebuie scoase în evidență teșirea asimetrică pe ambele fețe a dinților și ghidarea pe bile a manșonului de cuplare care se mișcă axial. Pentru a reduce uzura, elementele cuplajului sînt executate din oțel de scule călit.

5.3.1.3. Cuplaje de fricțiune

La cuplajele de fricțiune piesa este antrenată numai prin frecare, care este realizată printr-o legătură prin forță (forța musculară, forța unui arc, atracția electromagnetică etc.).

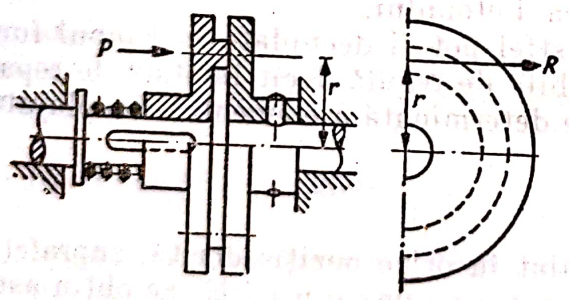


Fig. 5.3.7.

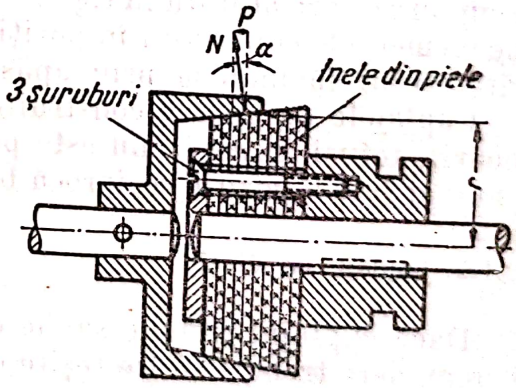


Fig. 5.3.8.

Cuplaje de fricțiune

Dacă P (fig. 5.3.7) este forța care acționează perpendicular pe suprafața de frecare, iar μ coeficientul de frecare, se obține o forță de frecare

$$R = P\mu$$

și un moment de frecare

$$M = Rr = P\mu r.$$

Cu cît este mai mare diametrul mediu al inelului de frecare, cu atît pot fi transmise, în condiții de altfel egale, momente de răsucire mai mari. Frecarea poate fi mărită și mai mult, dacă se amplasează în serie mai multe suprafețe de frecare (cuplaj cu lamele) sau se folosesc ca suprafețe de frecare suprafețe conice (cuplaj de fricțiune conic).

În acest caz sînt valabile următoarele relații (fig. 5.3.8):

$$N = \frac{P}{\sin \alpha} \text{ și } R = N\mu = \frac{P\mu}{\sin \alpha}$$

și se obține un moment de frecare

$$M = Rr = \frac{P\mu r}{\sin \alpha},$$

deci momentul de frecare este mărit, față de suprafețele plane de frecare, cu raportul $1/\sin \alpha$, însă unghiul α al conului trebuie să fie cel puțin de 10°, pentru a evita o înțepenire.

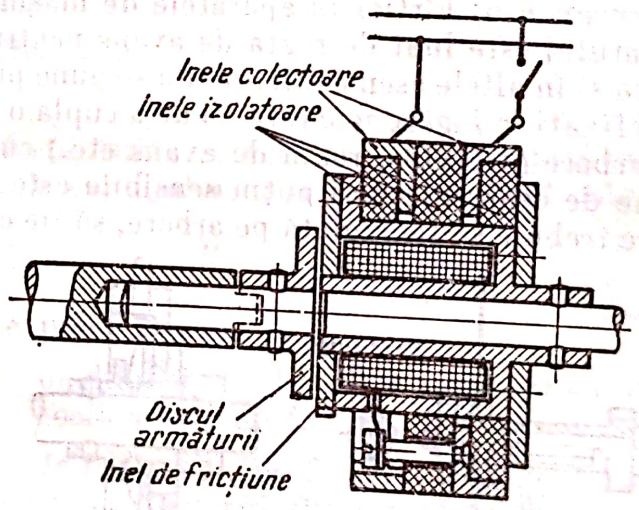


Fig. 5.3.9.
Cuplaj de fricțiune comandat pe cale electromagnetică

Ca material pentru suprafețele de frecare se folosește de obicei, oțel moale pe alamă, bronz, fibră sau piele. În fig. 5.3.8 se reprezintă un cuplaj de frecare conic, la care un con plin este împins printr-o pîrghie de cuplare într-un alezaj conic, în timp ce la execuția arătată în fig. 5.3.9, o piesă în formă de disc (disc de armătură) este atrasă de un electromagnet la închiderea unui întrerupător și astfel este apăsată pe fața unui inel de fricțiune (cuplaj de fricțiune cu acționare electromagnetică). Inelul de fricțiune trebuie să fie executat dintr-un material nemagnetic.

5.3.2. Cuplaje automate

Cuplajele intermitente automate pot fi executate sub formă de cuplaje de alunecare, cuplaje centrifuge sau cuplaje de sens unic (cu roată liberă).

Scanned with OKEN Scanner

5.3.2.1. Cuplaje de alunecare

Cuplajele de alunecare ca cuplaje de siguranță limitează mărimea momentului de răsucire care poate fi transmis. În general, se folosește în acest scop un cuplaj de alunecare directă, la care cele două jumătăți ale cuplajului sînt împinse una înspre cealaltă, printr-o forță corespunzătoare. Dacă momentul de răsucire al arborelui condus (momentul sarcinii) depășește valoarea momentului de frecare, jumătățile cuplajului alunecă una față de cealaltă, iar momentul de răsucire al elementului motor (momentul de antrenare) nu se poate transmite mai departe.

Cuplajele de alunecare se folosesc atunci cînd o transmitere a forței în sens invers, deci de la „arborele condus" la „arborele motor", l-ar solicita pe acesta prea puternic. Astfel, de exemplu, la un mecanism de ceasornic, arătătoarele, care sînt de obicei acționate de către mecanismul de acționare, trebuie să fie mișcate și cu mîna, pentru reglare, fără ca piesele sensibile ale regulatorului de mers și celelalte să fie prea mult solicitate prin aceasta. Aceleași considerații sînt valabile și pentru mecanismele de ceasornic care sînt folosite pentru avansul hîrtiei la aparatele de măsurat înregistratoare, unde locul arătătorului este luat de roata de avans pentru banda de hîrtie. În aceste cazuri, ca și în altele asemănătoare, nu se pune problema de a cupla între ei doi arbori fixați în lagăre separate, ci de a cupla o piesă care se poate roti liber pe un arbore (arătător, roată de avans etc.) cu acest arbore.

La mecanisme de ceasornic mai puțin sensibile este suficient ca bucșa arătătoarelor, care trebuie să fie reglată pe arbore, să fie crestată (fig. 5.3.10

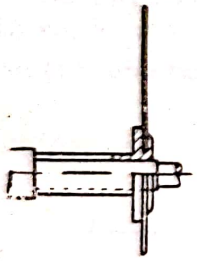


Fig. 5.3.10.

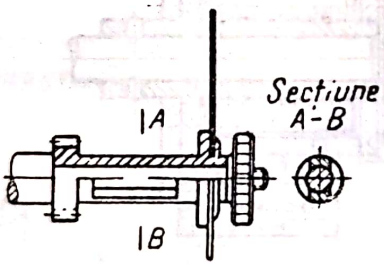


Fig. 5.3.11.

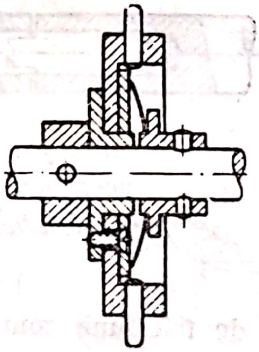


Fig. 5.3.12.

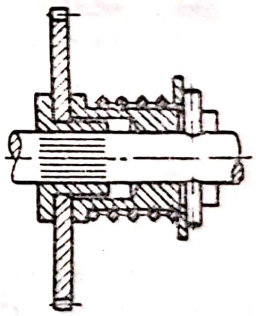


Fig. 5.3.13.

Cuplaje de alunecare cu suprafețe de alunecare cilindrice și plane

sau 5.3.11), iar punțile rămase să fie puțin strînse, pentru a se obține mersul greu dorit. La mecanismele de ceasornic se folosește pentru producerea forței de frecare și un arc bombat, care servește, de exemplu (fig. 5.3.12), pentru cuplarea roții de avans cu arborele unui mecanism înregistrator. La cuplajul arătat în fig. 5.3.12 s-a prevăzut un disc de fricțiune special din alamă, deoarece roata de avans executată din aluminiu s-ar uza altfel prea tare. Dacă există suficient loc în direcție axială, se va prefera în general montarea unui arc de compresiune ca în fig. 5.3.14.

În multe cazuri este recomandabil să se adopte o asemenea construcție, încît presiunea arcului și deci mărimea frecării să poată fi reglate. În acest caz, la execuțiile asemănătoare celei reprezentate în fig. 5.3.12 se poate

folosi ca suprafață de reazem pentru arcul bombat, în locul unei bucșe fixate prin știfturi pe arbore, un inel reglabil, fixat printr-un șurub de înțepenire, care poate fi deplasat pe arbore în vederea reglării săgeții arcului. Tot astfel poate fi reglată frecarea și la execuția cu arc elicoidal (fig. 5.3.13) prin deplasarea unui inel de reglare. În fig. 5.3.14 se arată un cuplaj de alunecare conic cu arc de compresiune, reglabil prin piuliță și contrapiuliță.

Trecerea de la cuplajele de alunecare la cuplajele cu gheare o fac cuplajele cu indexare, la care elementele cuplajului sînt legate între ele printr-un blocaj de indexare (cap. 4.4.1).

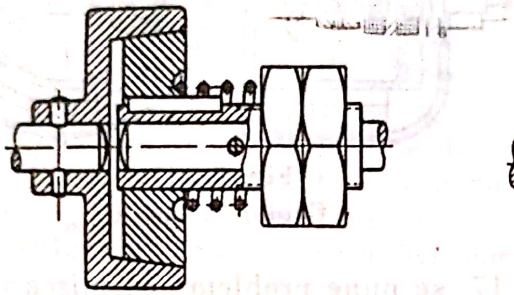


Fig. 5.3.14

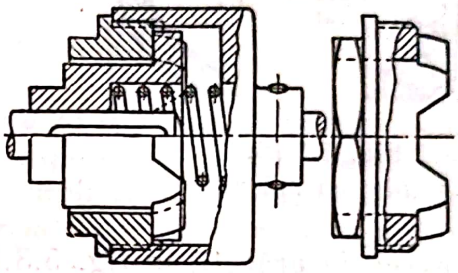


Fig. 5.3.15

Rezultă că forța care este necesară la un cuplaj cu indexare pentru a împinge elementele cuplajului unul înspre celălalt este

$$R = P \operatorname{tg} (\alpha + \rho)$$

în care P este presiunea arcului;

α — unghiul de înclinare a suprafețelor indexurilor;

$\operatorname{tg} \rho$ — coeficientul de frecare.

La un cuplaj de fricțiune (fig. 5.3.7) se obține $R = P\mu$, deci rezistența de frecare este mărită cu factorul $P\operatorname{tg} \alpha$ față de un cuplaj de fricțiune. Această creștere a rezistenței nu apare însă decît în pozițiile de cuplare. Din această cauză, cuplajele cu indexare se vor folosi numai atunci cînd, cu o presiune de arc redusă, trebuie transmis un moment de torsiune important și cînd elementele cuplajului nu sînt fixate decît în pozițiile de angrenare, precum și cînd zgomotul care se produce la depășirea limitei superioare a momentului nu sînt supărătoare.

Un cuplaj cu indexare la care, asemănător cu execuția arătată în fig. 5.3.6, două discuri cu marginile purtînd indexuri sînt cuplate printr-un arc de compresiune, este arătat în fig. 5.3.15.

La această execuție presiunea forței de indexare acționează în direcție axială; de aceea, cuplajul trebuie echilibrat printr-o forță axială de sens contrar, care produce la rîndul ei o frecare suplimentară. Această situație se evită dacă forța de indexare lucrează în direcție radială. Un exemplu de astfel de execuție, la care se folosește un blocaj de indexare cu bilă (cap. 4.41) este arătat în fig. 5.3.16.

Un caz special al efectului de indexare îl prezintă cuplajul mecanic arătat în fig. 5.3.17, la care arborele unui arătător este antrenat de arborele de acționare, datorită forței de atracție magnetică. Această execuție poate fi folosită atunci cînd arborii care trebuie cuplați se găsesc în încăperi diferite, care trebuie să fie etanșate una față de cealaltă.

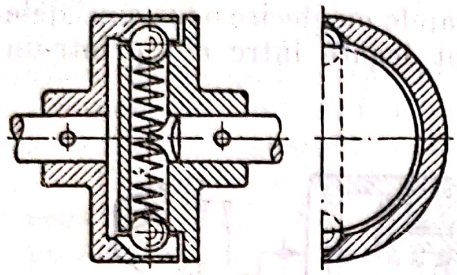


Fig. 5.3.16.
Cuplaj cu indexare

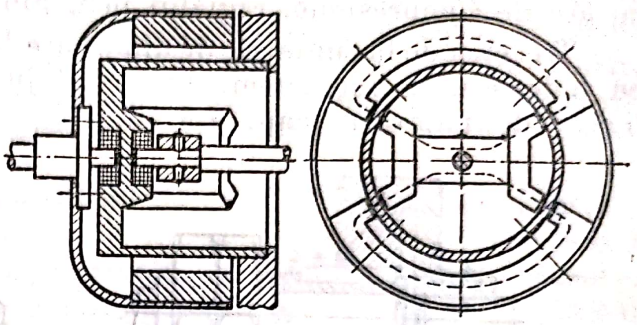


Fig. 5.3.17.
Cuplaj magnetic

La execuția arătată în fig. 5.3.17, se pune problema ca mișcarea unui arbore de acționare fixat în lagăre în interiorul unei carcase, închise etanș împotriva apei, să fie transmisă la arătătorul situat în exterior, fără ca peretele carcasei să fie găurit. În acest scop, arborele de acționare poartă doi magneți permanenți, prevăzuți cu poli cu adaosuri, cărora le stau în față adaosuri corespunzătoare ale armăturii fixate pe arborele arătătorului, așa încît liniile de forță se închid, în felul arătat pe figură, prin peretele carcasei din bronz. Datorită atracției magnetice, armătura are permanent tendința de a urma rotirea arborelui de acționare.

5.3.2.2. Cuplaje centrifuge

Cuplajele centrifuge sînt cuplaje intermitente automate, la care forța centrifugă care crește la mărirea turației este folosită pentru cuplare. Aceste cuplaje sînt executate aproape în exclusivitate ca cuplaje de fricțiune. Sînt posibile două construcții fundamental diferite, care pot fi denumite cuplaje centrifuge cu acțiune directă și cu acțiune indirectă.

La cuplajele centrifuge cu acțiune directă (fig. 5.3.18), o masă inerțială rotitoare m, care se poate deplasa radial, este legată cu arborele de acționare A_1, masa m fiind apăsată pe conturul interior al tamburului de frînă, fixat pe al doilea arbore A_2, sub influența forței centrifuge P. Dacă v este viteza în centrul de greutate al masei mobile m, care se găsește la distanța r_1 de axă, forța centrifugă este

$$P = \frac{m v^2}{r_1},$$

iar momentul de frecare produs este

$$M = P \mu r = \frac{m v^2}{r_1} \mu r.$$

Momentul de acționare care poate fi transmis crește cu pătratul vitezei respectiv al turației, deci un asemenea cuplaj lucrează ca un cuplaj de alunecare (cap. 5.3.2.1), pînă cînd turația atinge limita necesară pentru înfrîngerea momentului sarcinii.

Dacă se mai adaugă și forța F a unui arc, care acționează împotriva forței centrifuge, momentul de frecare este

$$M = (P - F)\,\mu\, r.$$

În acest caz frecarea începe de-abia la o viteză v_0, care se realizează dacă se adoptă $P = F$. De aici rezultă

$$\frac{m\,v_0^2}{r_1} = F \quad \text{sau} \quad v_0 = \sqrt{\frac{F\,r_1}{m}}.$$

Cuplajele centrifuge cu acțiune directă se folosesc de exemplu la acționarea unui arbore electromotor, care nu suportă la pornire decît o sarcină redusă. În fig. 5.3.20 se arată o execuție simplă de acest fel, la care pe arborele motorului sînt fixate trei pîrghii inerțiale prevăzute cu dopuri din piele.

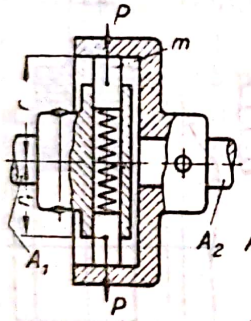


Fig. 5.3.18.

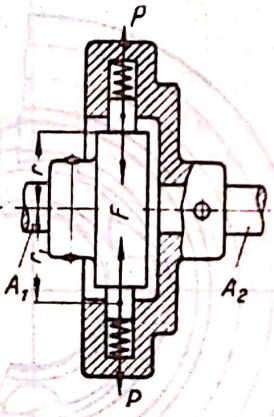


Fig. 5.3.19.

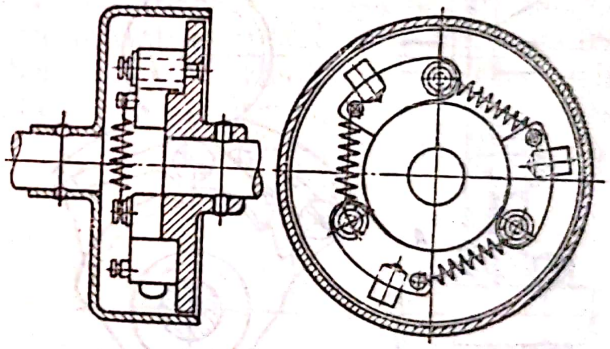


Fig. 5.3.20.

Cuplaje centrifuge

Efectul cuplajelor centrifuge cu acțiune indirectă este arătat schematic în fig. 5.3.19. Frecarea necesară pentru cuplare este produsă de o forță F opusă forței centrifuge (forța unui arc) și care este independentă de turație. Momentul de frecare este deci

$$M = (F - P)\,\mu\, r,$$

adică, la creșterea turației, momentul de acționare se micșorează și atinge valoarea zero la o viteză limită

$$v_0 = \sqrt{\frac{F\,r_1}{m}}.$$

Asemenea cuplaje centrifuge se folosesc de exemplu pentru autoreglarea, respectiv menținerea la valoare constantă, a turației inductoarelor care sînt acționate manual și deci nu cu o viteză uniformă. Pentru amănunte v. cap. 9.2.1.

5.3.2.3. Cuplaje de sens unic (cu roată liberă)

Cuplajele de sens unic (cu roată liberă) sînt cuplaje intermitente automate, a căror cuplare este influenţată de sensul de rotire. Elementele cuplajului sînt legate între ele prin antrenoare, care sînt executate sub formă de blocaje de orientare, adică astfel încît într-un anumit sens să blocheze mişcarea reciprocă, deci să lucreze ca elemente de antrenare, însă să permită în sensul opus o mişcare liberă a unuia dintre elemente. Ca blocaje se folosesc, fie blocaje de orientare cu dinţi (cap. 4.3.1), fie blocaje de orientare cu înţepenire (cap. 4.3.2).

În fig. 5.3.21 şi 5.3.22 se arată exemple de cuplaje de sens unic cu blocaj de orientare prin dinţi.

O importanţă deosebită prezintă cuplajele de sens unic pentru mecanisme de ceasornic, la care, în timpul întoarcerii arcului, trebuie întreruptă transmiterea forţei arcului asupra regulatorului de mers. La construcţia reprezentată în fig. 5.3.21, arcul de acţionare, care nu este desenat, are tendinţa de a roti arborele A şi deci şi roata de blocare B în direcţia săgeţii.

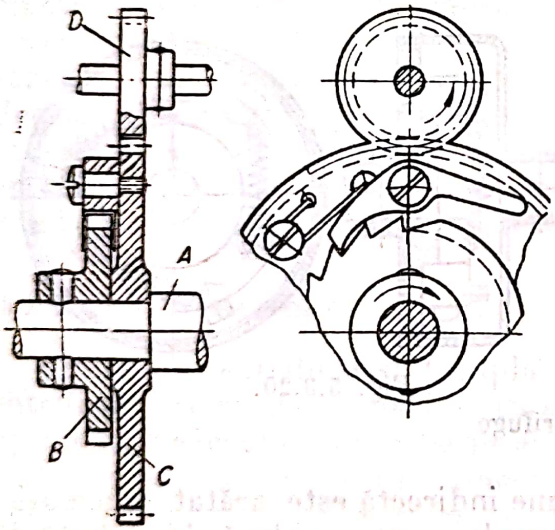


Fig. 5.3.21.

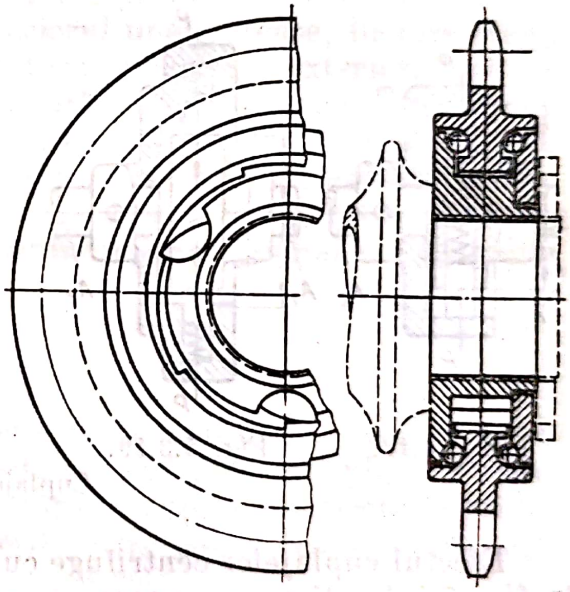


Fig. 5.3.22.

Cuplaje de sens unic cu blocaj de orientare cu dinţi care acţionează radial

Clichetul ţinut în angrenare prin arcul din sîrmă transmite apoi forţa mai departe asupra roţii dinţate C, care acţionează la rîndul ei, prin roata dinţată D, un regulator (v. cap. 9.2.2). Pentru a întoarce arcul de acţionare, arborele A este rotit în sensul opus săgeţii, clichetul alunecînd peste dinţii de blocare, astfel încît roţile C şi D nu sînt antrenate în rotire.

La construcţia arătată în fig. 5.3.22 se foloseşte o roată de blocare cu dantură interioară; drept clicheţi servesc barele semicilindrice, care se pot roti în locaşuri corespunzătoare ale piesei interioare. Barele sînt apăsate de arcuri, nereprezentate pe desen, care au tendinţa să le rotească permanent în poziţia de angrenare.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă momentul de acționare care trebuie transmis este relativ redus, clichetul de blocare poate fi înlocuit și printr-un arc, care pătrunde direct în dantură. La construcția reprezentată în fig. 5.3.23 capătul interior al unui arc spiral este trecut printr-o gaură transversală a arborelui, în timp ce capătul exterior liber antrenează discul dințat în unul din sensurile de rotire, alunecînd în schimb peste dinți în celălalt sens. Execuția arătată lucrează în acest al doilea sens, ca un cuplaj elastic.

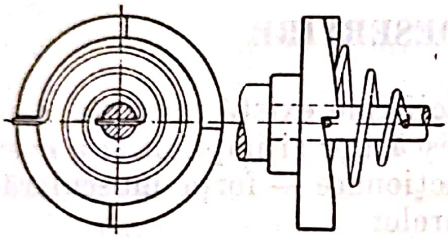


Fig. 5.3.23.

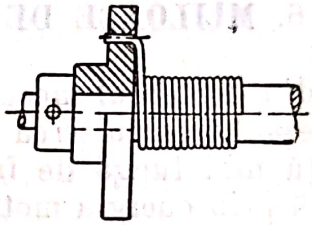


Fig. 5.3.24.

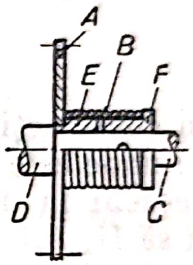


Fig. 5.3.25.

Cuplaj de sens unic cu arcuri

O execuție și mai simplă a unui cuplaj de sens unic se obține prin folosirea unui arc de încolăcire. Exemple de asemenea cuplaje cu arc de încolăcire sînt arătate în fig. 5.3.24 și 5.3.25. La construcția arătată în fig. 5.3.24, arcul înfășurat pe arbore este introdus cu unul din capetele sale într-o gaură axială a unui disc, care se poate roti liber pe arbore. Dacă arborele este rotit față de disc, astfel încît arcul de încolăcire să fie strîns, el se înțepenește pe arbore și antrenează discul, în timp ce cuplajul se desface la rotirea în celălalt sens.

6. MIJLOACE DE DESERVIRE

La construcţiile din domeniul mecanicii fine există tendinţa ca pretutindeni unde este necesară transmiterea mişcărilor şi implicit şi a energiilor — îndeosebi la durată mai lungă de funcţionare — forţa musculară omenească să fie înlocuită prin energia motoarelor.

Dacă mişcarea este continuă, se ia în consideraţie pentru acest scop, în general, acţionarea prin motoare electrice, iar pentru mişcări discontinue, electromagneţii.

Totuşi, în multe cazuri forţa musculară omenească este indispensabilă şi ea se foloseşte fie pentru antrenarea directă, în care caz cerinţa de energie trebuie să fie redusă, fie serveşte pentru comanda şi reglarea acţionării prin motor sau electromagnet.

Elementele constructive care prin forma lor sînt adecvate preluării şi transmiterii forţei musculare omeneşti se denumesc mijloace de deservire.

6.1. PROIECTAREA FORMEI MIJLOACELOR DE DESERVIRE

Mijloacele de deservire trebuie proiectate în primul rînd astfel, încît să fie mai comode la mînuire. În acest scop este necesar ca suprafeţele care vin în contact cu cel care mînuieşte să fie adaptate formei membrelor umane

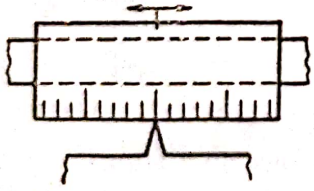


Fig. 6.1.1.

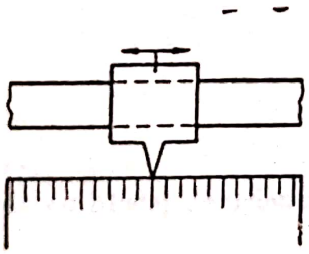


Fig. 6.1.2.

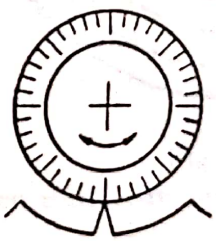


Fig. 6.1.3.

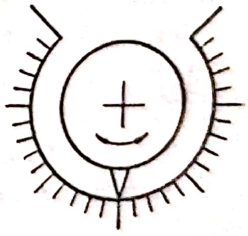


Fig. 6.1.4.

Dispozitive indicatoare cu scări gradate, respectiv cu arătătoare fixe

şi să fie astfel amplasate, încît forţa musculară să fie folosită, pe cît posibil, în poziţia naturală a membrelor, pentru ca să nu apară o obosire prematură. Trebuie de asemenea evitate presiuni specifice prea mari, cum sînt produse, de exemplu, prin muchii şi colţuri ascuţite care, mai ales la mînere, se imprimă în mînă şi ar putea provoca dureri la mînuiri frecvente.

Mai trebuie deosebite cazurile dacă acţionarea este continuă, cu o anumită viteză sau cu o reglare mai mult sau mai puţin precisă a unui element într-o

anumită poziție. În acest caz, mijlocul de deservire respectiv este adeseori legat cu un dispozitiv indicator, care permite controlul reglării. Dacă este vorba de reglarea la diferite valori înscrise pe o scară gradată, mijlocul de deservire poate fi combinat cu un arătător, scara gradată rămînînd fixă (fig. 6.1.1 și 6.1.3). Se poate executa însă și îmbinarea scării cu mijlocul de deservire, poziția fiind citită la un arătător sau marcaj fix (fig. 6.1.2 și 6.1.4). Formele de execuție ale dispozitivului indicator sînt însă atît de variate, încît la tratarea mijloacelor de deservire nu vor putea fi discutate decît succint.

Forma și dimensionarea mijloacelor de deservire sînt determinate atît de felul mișcării, cît și de mărimea forței care trebuie transmisă (la mișcările rectilinii), respectiv de momentul de torsiune (la mișcările de rotație). Chiar dacă nu este posibil decît rareori să se dea indicații valorice precise, se vor reda, în cele ce urmează, unele valori numerice determinate prin experimentări, dar care nu trebuie considerate decît ca valori aproximative pentru dimensionare.

6.2. MATERIALE

Cînd unele piese ale mijloacelor de deservire trebuie să reziste la solicitări mai mari, ele trebuie executate din metal. Este de la sine înțeles că această indicație nu este valabilă pentru suprafețele care se ating la deservirea manuală. În asemenea cazuri, pentru corpurile de diametre considerabile, de exemplu mînerele, a căror executare, din metal masiv, ar duce la greutăți inutil de mari și la senzații neplăcute din cauza conductibilității termice ridicate a metalului, se preferă materiale ceramice sau materiale presate, chiar atunci cînd nu este necesară o izolare electrică. Mînerele mici, plate, se execută însă de obicei din metal masiv, deoarece sînt mai ieftine decît din tablă. Mijloacele de deservire manuală metalice trebuie prevăzute cu o acoperire adecvată, pentru a evita o oxidare din cauza transpirației mîinii. Trebuie însă avută în vedere în acest caz uzura prin atingere la deservire frecventă. Acoperirile galvanice trebuie să formeze de aceea un strat destul de gros, bine aderent. Deosebit de bună este cromarea. Mînerele din aluminiu sau aliaje de aluminiu pot fi prevăzute cu un strat de oxid prin eloxare. În multe cazuri se pot folosi și straturi de lacuri sau emailuri.

6.3. CLASIFICAREA MIJLOACELOR DE DESERVIRE

După tipul mișcării care trebuie executată, mijloacele de deservire pot fi împărțite în mijloace de deservire pentru mișcări rectilinii și mijloace de deservire pentru mișcări de rotație. Mijloacele de deservire pentru mișcările rectilinii se grupează, după direcția de acțiune a forței, în mijloace pentru forțe de tracțiune — mînere de tragere (fig. 6.3.1 și 6.3.2), pentru forțe de compresiune — mînere de apăsare (fig. 6.3.3 și 6.3.4) și pentru forțe cu direcție variabilă — mînere de împingere, (fig. 6.3.5 și 6.3.6). Mijloacele de deservire pentru mișcări de rotație pot fi cu rotații continue — manivele (fig. 6.3.7)

Scanned with OKEN Scanner

Fig. 6.3.1.
Mîner de tragere

Fig. 6.3.3.
Mîner de apăsare

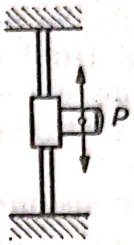


Fig. 6.3.5.
Mîner de împingere

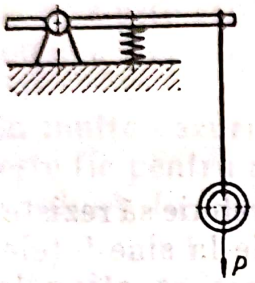


Fig. 6.3.2.
Mîner de tragere

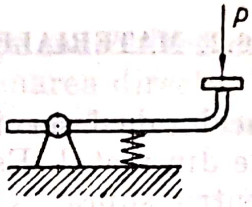


Fig. 6.3.4.
Mîner de apăsare

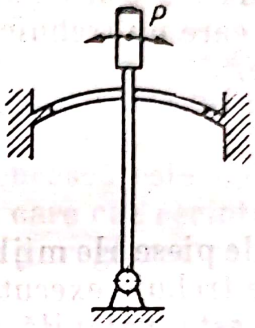


Fig. 6.3.6.
Mîner de împingere

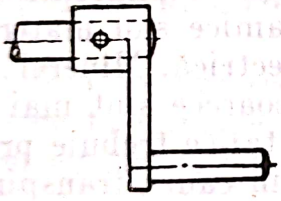


Fig. 6.3.7.
Manivelă

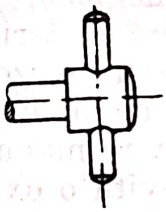


Fig. 6.3.8.
Buton cu pîrghie

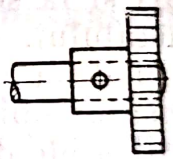


Fig. 6.3.9.
Buton

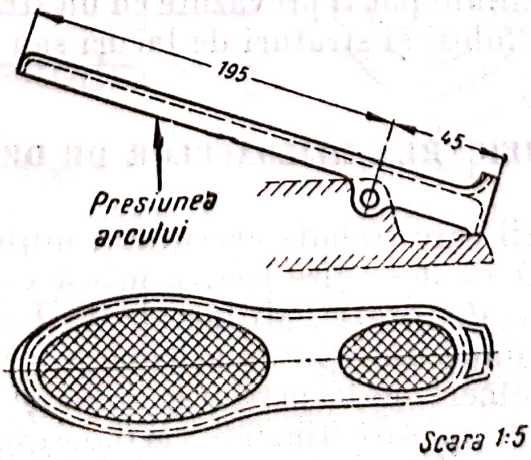


Fig. 6.3.10. Pedală

sau cu rotații discontinue, cu un anumit unghi de rotire — mînere rotative (fig. 6.3.8 și 6.3.9). Execuțiile la care un corp fixat rotativ în lagăre efectuează sub influența unei forțe de tracțiune sau de compresiune o rotire unghiulară relativ mică trebuie considerate variante ale mînerelor de tragere, respectiv de apăsare (fig. 6.3.2, 6.3.4 și 6.3.6). Atît manivelele cît și mînerele rotative pot fi: fixate rigid pe arbore, sau introduse pe acesta fără fixare. Mînerele rotative introduse fără fixare pe arbore sînt denumite de obicei chei.

Mijloacele de deservire enumerate se mișcă prin forța mîinii, respectiv a unui deget și de aceea ele sînt denumite mijloace de deservire pentru acționare manuală.

Mijloacele de deservire pentru acționarea cu piciorul (pedalele) se execută de obicei sub formă de pîrghii de apăsare. Trebuie observat ca forma suprafeței de deservire să fie astfel aleasă, încît piciorul să nu poată aluneca de pe ea (fig. 6.3.10). Construcția poate fi însă executată și astfel, încît călcîiul să se rezeme pe un suport fix, iar pedala să fie acționată numai cu vîrful piciorului. Deoarece însă mijloacele de deservire pentru acționare cu piciorul sînt de importanță relativ mică, se vor trata în cele ce urmează numai mijloacele de deservire pentru acționare manuală.

6.4. MÎNERE DE TRAGERE

Pentru acționarea unui mîner de tragere este indiferent dacă el este fixat pe o piesă ghidată rectiliniu sau pe o pîrghie rotativă. Mai important este dacă îmbinarea cu piesa care trebuie mișcată se va face rigid sau flexibil. Înainte de toate, trebuie observată mărimea forței de tracțiune care trebuie exercitată.

Pentru forțe de tracțiune de circa 400 — 1 200 gf se pot folosi bile simple cu diametrul de 10—16mm, mai ales ca mînere fixate rigid, care se pretează unei deserviri cu degetul mare și degetul arătător. Mai comodă este deservirea mînerului atîrnat de un lanț (fig. 6.4.1), care servește pentru acționarea unui avertizor electric de incendii. Mînerul este astfel realizat, încît el poate fi ținut între degetul mare, degetul arătător și degetul mijlociu. O execuție asemănătoare este

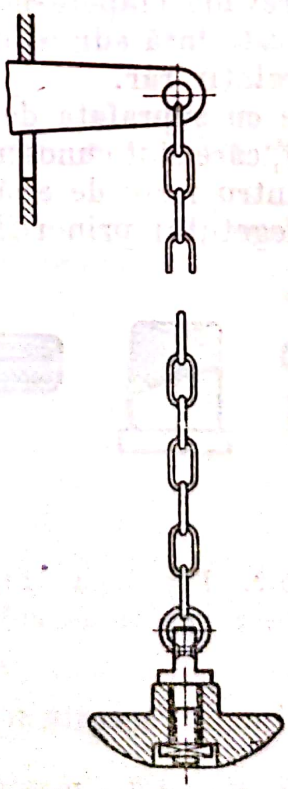


Fig. 6.4.1.

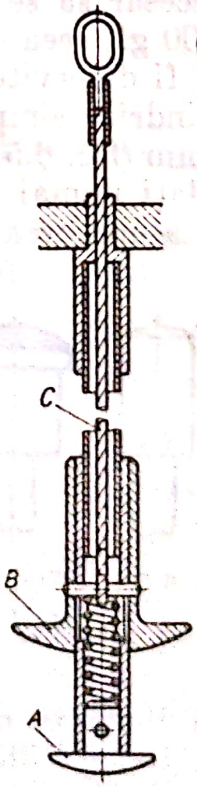


Fig. 6.4.2.

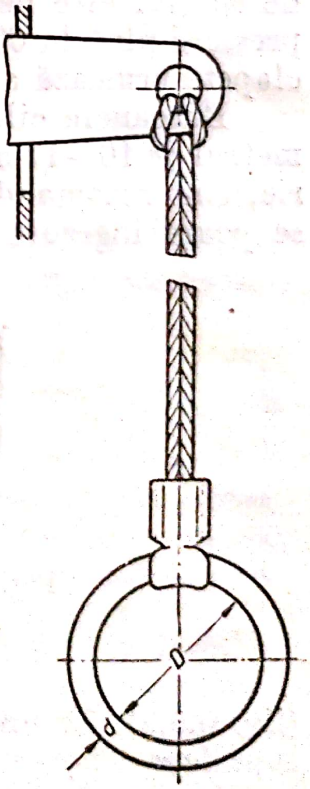


Fig. 6.4.3.

Formele mînerelor de tragere

arătată în fig. 6.4.2 pentru mînerul declanşatorului unui aparat fotografic, la care butonul central din *A* serveşte ca reazem pentru degetul mare, în timp ce degetul arătător şi degetul mijlociu acţionează în *B* şi exercită o forţă de tracţiune de circa 250 gf asupra cablului Bowden din *C*. Un mîner inelar este arătat în fig. 6.4.3. În funcţie de diametrul *D*, un asemenea inel este adecvat pentru acţionarea cu un singur deget, cu două degete sau cu întreaga mînă. Tabela 6.4.1 cuprinde valori experimentale pentru forţele *P* care pot fi aplicate în cazurile respective.

Tabela 6.4.1

Dimensiuni şi forţe pentru mînerele inelare (fig. 6.4.3)

D, mm	*d*, mm	*P*, kgf
30	4	1,8
45	7	5
70	9	8

6.5. MÎNERE DE APĂSARE

La mînerele de apăsare este de asemenea indiferent, pentru conceperea formei, dacă este un buton de apăsare ghidat rectiliniu sau o clapetă de apăsare basculantă fixată într-un lagăr. Dacă pentru acţionare nu este necesară decît o forţă mică, este suficientă acţionarea cu un deget (clapete pentru deget), putîndu-se conta pe forţe de 150—300 gf. Pentru presiuni mai mari, mijlocul de deservire se concepe de preferinţă astfel, încît el să poată fi acţionat cu mai multe degete sau cu întreaga mînă (clapete de mînă); se pot exercita atunci forţe pînă la circa 7 500 gf. În cazuri excepţionale, din lipsă de spaţiu, este necesar să se prevadă clapete pentru deget chiar şi pentru presiuni pînă la 600 gf, ceea ce este însă admisibil numai atunci cînd aceste clapete urmează a fi deservite relativ rar.

Butoanele cilindrice simple cu suprafaţa de deservire bombată şi diametrul de 10—12 mm (fig. 6.5.1), care sînt cunoscute de la butoanele de sonerie, sînt recomandaţi numai pentru forţe de apăsare foarte mici; eventual se poate îngreuia alunecarea degetului prin riflarea suprafeţei de contact

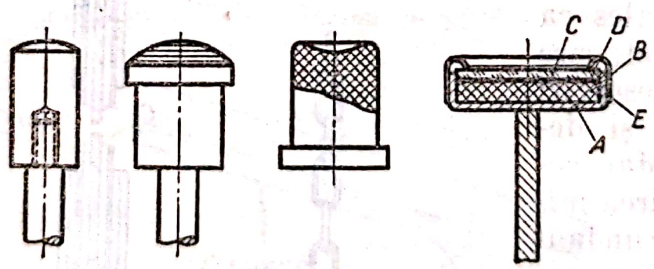


Fig. 6.5.1. Fig. 6.5.2. Fig. 6.5.3. Fig. 6.5.4.
Formele unor mînere de apăsare

(fig. 6.5.2). La un diametru mai mare, aceasta se evită prin realizarea unei suprafeţe concave (fig. 6.5.3).

O formă asemănătoare au clapetele maşinilor de scris arătate în fig. 6.5.4 şi 6.5.5. Execuţia arătată în fig. 6.5.4 permite înlocuirea discului inscripţionat; în farfuria *A*, care este sudată pe pîrghia din tablă, este aşezată

rondela *B* din carton, rondela inscripționată *C* și rondela din sticlă *D*. Ansamblul este fixat prin inelul *E* presat deasupra.

În fig. 6.5.5-6.5.8 se arată formele mînerelor de apăsare ale pîrghiilor din tablă, executate dintr-o singură piesă.

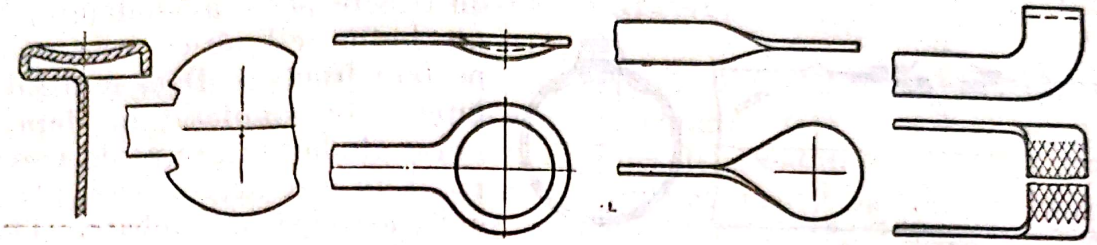


Fig. 6.5.5. Fig. 6.5.6. Fig. 6.5.7. Fig. 6.5.8.

Mînere de apăsare pentru pîrghiile din tablă

Pentru a garanta siguranța de mînuire necesară succesiunii rapide a semnalelor la clapetele aparatelor Morse, mînerul se realizează de preferință astfel, încît să poată fi cuprins comod cu mai multe degete, cu toate că forța

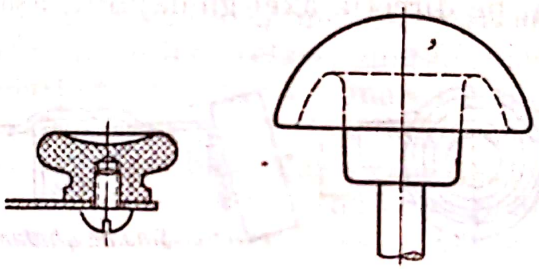


Fig. 6.5.9. Fig. 6.5.10.

Mînere de apăsare pentru aparate de semnalizare

necesară pentru apăsare este relativ redusă (fig. 6.5.9). Clapetele de mînă pentru forțe mai mari au forma unei ciuperci, pentru a putea fi apăsate puternic cu întreaga mînă (fig. 6.5.10).

6.6. MÎNERE DE ÎMPINGERE

La acționarea mînerelor de împingere este important de știut că efectul forței este în general mai favorabil dacă direcția mișcării corespunde cu direcția brațului, decît dacă este perpendiculară pe aceasta. Mijloace de deservire foarte mici de acest tip, numite „butoane de împingere", sînt acționate cu un deget, iar cele mai mari cu mai multe degete. Cu un astfel de buton de împingere pentru întrerupătorul unei lămpi de buzunar (fig. 6.6.1), se poate exercita la dimensiuni uzuale o forță de 200—250 gf. Mînerele de împingere pentru deservirea cu mai multe degete capătă forme foarte diferite, în funcție de condițiile date. Ca exemple sînt arătate în fig. 6.6.2 și 6.6.3 două mînere pentru rezistențe electrice cu cursor. La acestea există, după cum se știe, o bară de ghidare, pe care se poate deplasa, cu ajutorul unui mîner, o perie

de contact (cursor), care alunecă pe sîrma rezistenței. La asemenea construcții, punctele de atac ale degetelor trebuie să se găsească pe cît posibil în planul ghidajului, pentru a evita o blocare printr-o așezare înclinată. Pentru a evita, la rezistențe în cursor mai mari, atingerea barei de ghidare, se poate adopta soluția execuției reprezentate în fig. 6.6.2, la care s-a prevăzut pentru degete, de fiecare parte a ghidajului, cîte un buton cilindric, ușor concav pe fața frontală. Dacă mînerul trebuie să fie amplasat în afara planului ghidajului, se poate prevedea pe el un disc de protecție, pentru a evita astfel atingerea barei. O formă considerabil mai plată (fig. 6.6.3) trebuie adoptată cînd rezistența cu cursor trebuie să fie așezată înapoia unei table de protecție sau a unui tablou, așa încît mînerul relativ îngust trece printr-o crestătură.

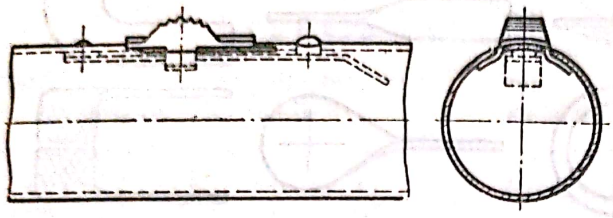


Fig. 6.6.1.
Buton de împingere pentru o lampă de buzunar

În categoria mînerelor de împingere intră și mînerele de fișe, care se folosesc mai ales pentru întrerupătoarele electrice cu fișe. La acestea, direcția forței cade, de obicei, pe direcția axei ghidajului, așa încît nu există riscul

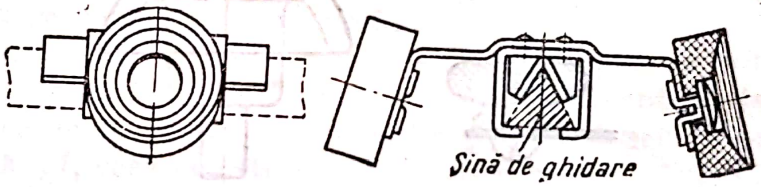


Fig. 6.6.2.

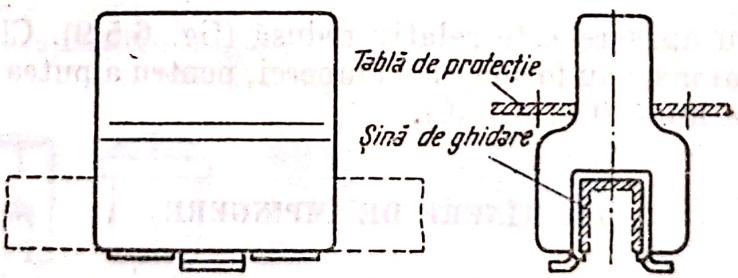


Fig. 6.6.3.
Mîner de împingere la rezistențe electrice cu cursor

unei așezări înclinate la deservire. Aceste mînere trebuie să fie fixate pe cît posibil astfel încît direcția brațului să corespundă, în general, cu direcția forței, deoarece în acest caz deservirea este cea mai comodă.

Micile mînere de fișe, de exemplu la cunoscutele fișe pentru aparatele radiofonice, se execută, de obicei, în forma unor corpuri cilindrice netede, ca și fișele, ceva mai mari, folosite în telefonie (cu diametrul de 11 mm și lungimea de 60 mm). La asemenea mînere de împingere pot apărea forțe de trac-

țiune de pînă la 500 gf. La forțe mai mari, se recomandă pentru fișele simple un mîner conic. La fișele duble sau multiple se aleg mai bine forme care sînt astfel concepute, încît degetele să nu alunece ușor.

6.7. MÎNERE ROTATIVE

Sub denumirea de mînere rotative se cunosc toate mijloacele de deservire manuală, la care mînerul este realizat simetric față de axa de rotație și are o astfel de formă, încît poate fi cuprins de degetele unei mîini sau, la dimensiuni mai mari, ale ambelor mîini, putînd fi rotit parțial, cu un unghi limitat la circa 90—120°. Mînerele rotative sînt fie fixate direct în lagăre, fie fixate pe un arbore rezemat în lagăre. Se vor trata însă și cazurile cînd mînerul se poate roti ca o piuliță pe un bolț filetat imobil sau ca un șurub într-un filet de piuliță imobil.

6.7.1. Proiectarea formei și gruparea mînerelor rotative

Forma și mărimea mînerelor rotative este în funcție în primul rînd de mărimea momentului care trebuie învins. Dacă se cere o precizie mare de poziționare, se va alege un mîner relativ mare, chiar și la o rezistență de rotire mică. La forțe foarte mici ajunge acționarea cu două degete, care cuprind marginea unei șaibe sau a unui mic buton (buton pentru deget). Butoanele rotative mai mari trebuie să fie bineînțeles executate astfel, încît să poată fi cuprinse cu toate degetele unei mîini (butoane pentru mînă). Dacă forța unei mîini nu este suficientă, este nevoie să se folosească ambele mîini (roți manuale).

La mînerele rotative, a căror formă de bază este un corp de revoluție, momentul se transmite în general prin frecarea μP dintre degete și conturul mînerului (fig. 6.7.1).

Dimpotrivă, la mînerele cu pîrghie (fig. 6.7.2) forța degetelor P acționează direct ca cupluri de forțe $P \cdot d$ asupra arborelui, așa încît, același moment poate fi transmis cu o presiune considerabil mai mică a degetelor.

Mînerele mici se acționează cu două degete (mînere cu pîrghie pentru degete), cele mai mari cu întreaga mînă (mînere cu pîrghie pentru mînă). în timp ce pentru acționarea cu două mîini mînerele rotative se execută, de obicei, sub formă de manivele duble sau roți cu brațe.

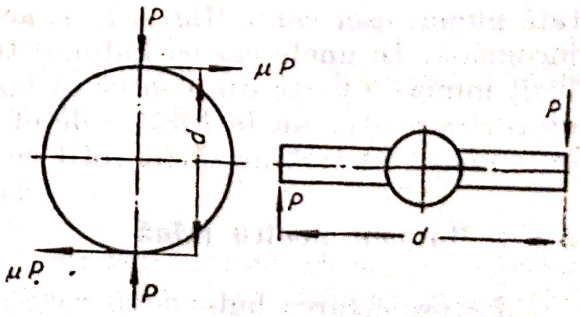


Fig. 6.7.1. Fig. 6.7.2.
Solicitarea mînerelor rotative

6.7.2. Butoane pentru deget

Mînerele rotative pentru momente foarte mici și care se acționează de obicei cu degetul mare și degetul arătător capătă în general forma unor mici butoane rotative,

care se zimţează pe suprafeţele cilindrice de acţionare. Trebuie avut în vedere (fig. 6.7.3) ca înălţimea butonului să fie astfel dimensionată, încît să rămînă suficient spaţiu pentru vîrfurile degetelor care depăşesc partea zimţată. Tabela 6.7.1 cuprinde valorile pentru diametrul exterior D şi pentru momentul M.

D, mm	M, kgf·cm
15	1
30	2
40	3,5
50	5

Tabela 6.7.1
Diametrul şi momentul de torsiune la butoanele pentru deget (fig. 7.6.3)

Butoanele pentru deget, arătate în fig. 6.7.3, se execută prin strunjire din metal şi se fixează pe arbore, de obicei, cu un ştift de trecere. Forme asemănătoare au şuruburile şi piuliţele striate, standardizate, care sînt destinate acţionării manuale. Se poate, însă, fixa şi un disc striat, prin nituire sau prin alt mijloc, direct pe arbore sau pe tija şurubului. La butoanele pentru deget din material izolant este recomandabil ca ele să fie prevăzute, în vederea fixării, prin presare cu o riflare ondulată (pasul circa 3 mm). Tot aşa trebuie procedat şi la piuliţele şi şuruburile striate care se execută de preferinţă din metal şi se îmbracă apoi în material izolant. Butoanele pentru deget mai mici, din material presat, pot fi executate şi în formă conică (fig. 6.7.4).

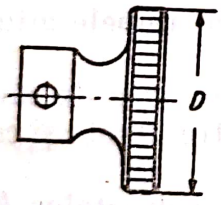


Fig. 6.7.3.

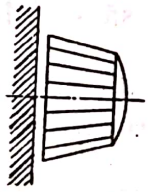


Fig. 6.7.4.

Fig. 6.7.5.

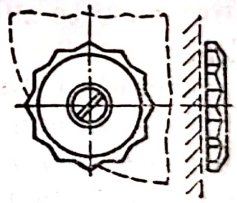


Fig. 6.7.6.

Butoane striate pentru deget

Dacă nu este posibil ca mijlocul de deservire să iasă destul de mult în afară în direcţie axială, suprafaţa striată de acţionare trebuie să fie executată numai uşor conic (fig. 6.7.5); acţionarea cu vîrfurile degetelor este însă incomodă. În unele cazuri butonul trebuie să fie amplasat atît de acoperit, încît numai o parte din contur să iasă în afara acoperirii, ca la mijlocul de deservire pentru un închizător de obiectiv arătat în fig. 6.7.6. În acest caz, butonul striat trebuie să fie rotit cu un singur deget.

6.7.3. Butoane pentru mînă

La proiectarea butoanelor rotative pentru acţionarea manuală (butoane de mînă) se are în vedere faptul că trebuie exercitat un moment relativ mare sau că se impune reglarea fină a unui arătător sau a unei alte piese similare.

În ambele cazuri suprafața de acționare a butonului trebuie să fie astfel constituită, încît alunecarea degetelor să fie îngreuiată. De aceea, această suprafață se zimțează la butoanele destinate reglajelor fine ca și la butoanele pentru mînă, sau, de preferință, la execuția din material presat se prevede un contur ondulat. Asemenea butoane de mînă destinate reglajului se prevăd uneori cu un arătător (fig. 6.1.3). Dacă acesta trebuie să mai fie reglat după îmbinarea cu arborele, el trebuie fixat așa cum se arată în fig. 6.7.7. Dacă citirea trebuie să se facă la o marcă fixă ca în fig. 6.1.4, se poate prevedea în locul unui arătător un disc gradat conic, executat din material

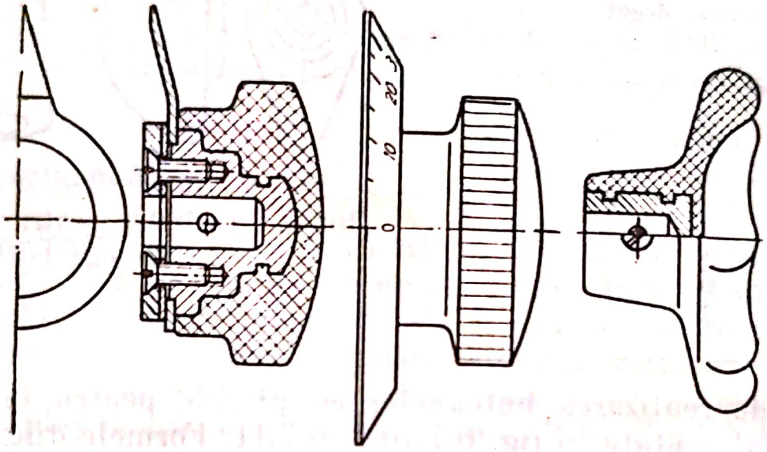


Fig. 6.7.7. Fig. 6.7.8. Fig. 6.7.9.

Butoane pentru mînă

presat. Dacă nu este necesar un reglaj ulterior, discul gradat poate fi executat direct dintr-o bucată cu butonul rotativ, prin presare, din material izolant.

Pentru momente mai mari se recomandă o ondulare cu pas mai mare de circa 25 mm (fig. 6.7.9), așa încît degetele să poată intra fără efort în adînci-

Tabela 6.7.2

Diametrul exterior, numărul adînciturilor și momentele de torsiune la butoanele pentru mînă (fig. 6.7.9)

D, mm	Z, adînciturи	M, kgf·cm
40	5	7
50	6	9
60	7	11

turile alăturate. În tabela 6.7.2 se indică momentele M în funcție de diametrul exterior D. Numărul adînciturilor a fost notat cu Z.

6.7.4. Butoane cu pîrghie pentru deget

Butoanele cu pîrghie mici, care se acționează numai cu degetul arătător și cu degetul mare, nu se folosesc bineînțeles pentru reglaje fine în orice poziție, ci numai pentru cazurile cînd diferitele poziții ale mînerului sînt determinate prin limitatoare sau poziții de indexare. În consecință, butoa-

nele cu pîrghie pentru deget sînt folosite mai ales pentru comutatoarele mici cu două poziţii, date de limitatoare fixe, şi pentru întrerupătoarele de instalaţii, la care mînerul trebuie rotit de la o poziţie la cealaltă cu un unghi de 90° avînd un blocaj prin indexare (cap. 4.4.1) care asigură această poziţie. În ambele cazuri rezultă, din forma de buton cu pîrghie a mînerului, avantajul că poziţia de conectare poate fi identificată cu uşurinţă.

Tabela 6.7.3

Diametrul maxim şi momentele de torsiune la butoanele cu pîrghii pentru deget (fig. 6.7.10, 6.7.11)

d, mm	*M*, kgfcm
25	5
30	6
40	7
60	8

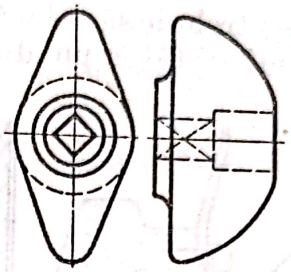


Fig. 6.7.10.

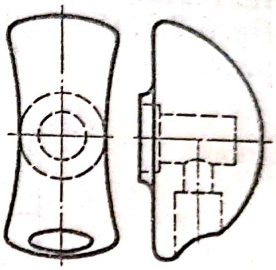


Fig. 6.7.11.

Buton cu pîrghie pentru întrerupătoare de instalaţii

Exemple de realizarea butoanelor cu pîrghie pentru întrerupătoarele de instalaţii sînt arătate în fig. 6.7.10 şi 6.7.11. Formele diferite ale butoanelor executate din material izolant presat sînt condiţionate mai ales de sistemul fixării pe arborele întrerupătorului şi, în mai mică măsură, de considerente asupra deservirii. Pentru o fixare axială este adecvată forma

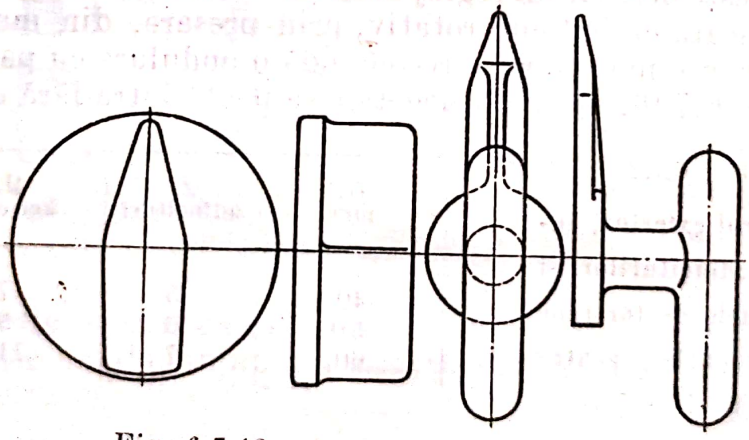


Fig. 6.7.12.
Buton cu pîrghie cu arătător

Fig. 6.7.13.
Mîner cu pîrghie cu arătător

„ascuţită“ arătată în fig. 6.7.10. Dacă butonul cu pîrghie trebuie să fie fixat printr-un şurub care acţionează în direcţie laterală, el trebuie să fie destul de lat la capete (fig. 6.7.11), pentru a putea primi gaura. În tabela 6.7.3 se dau indicaţii asupra mărimii butoanelor cu pîrghie arătate în fig. 6.7.10 şi 6.7.11 şi a momentelor corespunzătoare, *d* fiind lungimea butonului, iar *M* momentul.

Scanned with OKEN Scanner

Deseori, butonul cu pîrghie pentru deget se prevede cu un arătător (fig. 6.7.12); în acest caz se poate prevedea în același timp și un disc ca protecție împotriva atingerii.

Un buton cu pîrghie pentru deget poate fi eventual executat și din tablă, după sistemul cunoscutelor chei de ceas. Piulițele fluture și șuruburile cu cap fluture, standardizate, pot fi considerate, de asemenea, butoane cu pîrghie.

6.7.5. Mînere cu pîrghie

Mînere cu pîrghie mai mari, care să poată fi cuprinse cu întreaga mînă, se execută (fig. 6.7.13), de exemplu, din fontă maleabilă sau din alamă turnată.

6.7.6. Chei de comandă

Dacă este necesar să se evite ca un arbore să fie rotit de persoane neautorizate, butonul rotativ se execută de obicei astfel, încît el să poată fi scos cu ușurință și, la caz de nevoie, să poată fi din nou introdus pe arborele executat într-o formă adecvată. Asemenea mînere rotative sînt denumite chei de comandă. Cheia formează în această situație, împreună cu capătul arborelui, un cuplaj mobil longitudinal (cap. 5.2.1). Cuplajul se realizează,

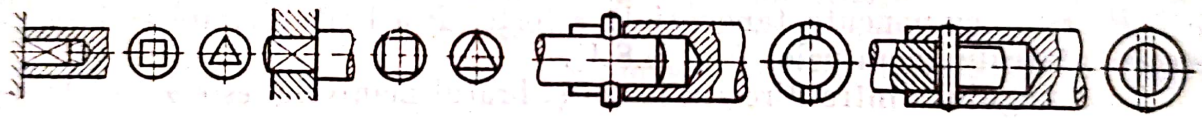


Fig. 6.7.14. Fig. 6.7.15. Fig. 6.7.16. Fig. 6.7.17.
Cuplaje la chei de comandă

de obicei, mai ales pentru chei pentru mecanisme de ceasornic și pentru altele asemănătoare, în felul arătat în fig. 6.7.14, arborele fiind frezat în formă de prismă cu secțiune pătrată sau triunghiulară, iar cheia fiind prelucrată cores-

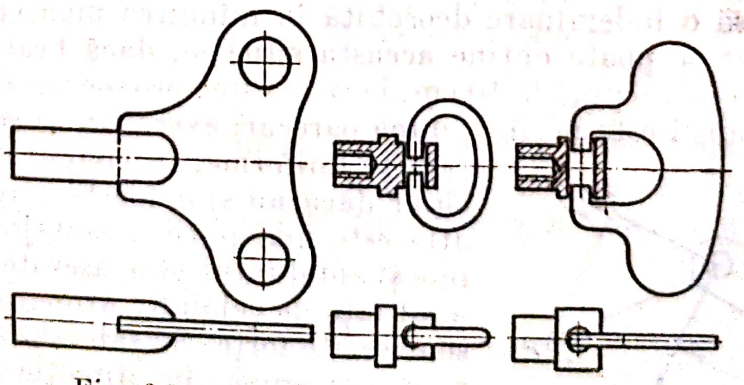


Fig. 6.7.18. Cheie de comandă
Fig. 6.7.19. Fig. 6.7.20. Cheie înșurubată

punzător la gaura respectivă (cheie tubulară pătrată sau triunghiulară). Construcția inversă (fig. 6.7.15) oferă o siguranță mai redusă, deoarece o

cheie cu tija pătrată sau triunghiulară poate fi mai uşor copiată. Pentru forţe nu prea mari, îndeosebi pentru chei de poziţionare, se recomandă din cauza execuţiei mai simple soluţiile execuţiilor reprezentate în fig. 6.7.16 şi 6.7.17 (forma cheii tubulare este arătată în fig. 6.7.18), totuşi, în acest caz, manevrarea de către persoane neautorizate cu ajutorul unor scule ajutătoare simple (cleşte, şurubelniţă etc.) nu este exclusă. În legătură cu aceasta trebuie semnalat că este în general favorabil să se amplaseze capătul arborelui într-o adîncitură, pentru ca să nu poată fi apucat cu un cleşte sau cu o altă sculă.

Cînd o cheie nu trebuie îndepărtată decît rareori, ea poate fi îmbinată cu arborele şi prin filet (chei înşurubate), cu condiţia ca rotirea să se facă totdeauna în sensul filetării, de exemplu la cheile pentru întoarcerea arcului la ceasurile deşteptătoare. Mînerele cheilor se execută, de obicei, ca mînere cu pîrghie pentru deget sau pentru mînă (fig. 6.7.19 şi 6.7.20).

6.8. MANIVELE

Cînd o piesă fixată rotativ într-un lagăr trebuie rotită în mod continuu cu mîna, este recomandabil să se fixeze pe ea, la o anumită distanţă de arbore, un mîner aşezat paralel faţă de arbore (mîner de manivelă). Prin forţa musculară poate fi exercitat asupra piesei un moment

$$M = P_t\, r,$$

dacă P_t este componenta tangenţială a forţei P a braţului care acţionează asupra mînerului manivelei (fig. 6.8.1).

Dacă unghiul dintre direcţia forţei şi braţul manivelei este α, se obţine

$$P_t = P \sin \alpha,$$

iar componenta radială, care trebuie preluată de lagărele arborelui, este.

$$P_r = P \cos \alpha.$$

Situaţia ar fi ideală dacă, pe întreaga circumferinţă a rotirii manivelei, unghiul α ar fi egal cu 90°, în care caz s-ar obţine $P_t = P$ şi $P_r = 0$, ceea ce ar presupune însă o îndemînare deosebită în mînuirea manivelei.

Cel mai bine se poate obţine această situaţie, dacă braţul pîrghiei nu este mai lung de circa 6 pînă la 10 cm, iar axa este aproape paralelă cu direcţia antebraţului. Atunci este posibil, după oarecari exerciţii, să se exercite forţe relativ uniforme, în timpul întregii rotiri, chiar dacă nu sînt foarte importante. Situaţia este mai puţin avantajoasă cînd arborele şi antebraţul sînt aşezate perpendicular unul faţă de celălalt. Atunci este posibil să se exercite forţe considerabile de tracţiune şi compresiune în direcţia antebraţului; în punctele de întoarcere însă apar, ca şi la mecanismele cu manivelă, puncte moarte, în care, la o deservire insuficient de atentă, lagărele sînt solicitate relativ puternic. În

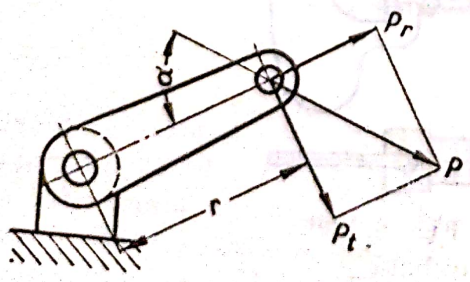


Fig. 6.8.1.
Solicitarea unei manivele

Scanned with OKEN Scanner

această situație se realizează, în general, o rotire mult mai neuniformă, ceea ce trebuie eventual compensat printr-un volant sau alt mijloc asemănător.

Cu toate că manivelele sînt folosite, în general, pentru acționarea continuă cu viteză aproape uniformă, ele se întîlnesc destul de des și cînd există o rotire discontinuă cu un anumit unghi, de exemplu ca pentru deplasarea pîrghiei de contact la rezistențe reglabile și anume mai ales atunci cînd pentru mișcare sînt necesare forțe mari.

6.8.1. Proiectarea formei manivelelor

O manivelă se compune din trei părți, butucul manivelei, brațul manivelei și mînerul.

6.8.1.1. Butucul manivelei

Butucul manivelei servește pentru fixarea manivelei pe un arbore rotativ, totuși se întîlnesc destul de des și manivele al căror butuc este executat în forma unui lagăr pentru un fus imobil. Dacă se urmărește economisirea spațiului sau împiedicarea unei manevrări de către persoane neautorizate, manivela trebuie scoasă după folosire; arborele capătă în acest caz, de obicei, la capăt, forma unei tije pătrate (fig. 6.8.2) sau o crestătură (fig. 6.8.3), iar butucul manivelei se execută cu forma corespunzătoare, pentru a putea fi introdus pe arbore (manivele demontabile). Dacă manivela nu trebuie să fie scoasă ușor, ea se fixează pe arbore printr-un știft; în celălalt caz fixarea

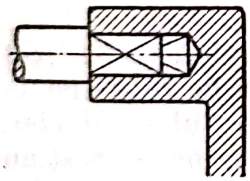


Fig. 6.8.2.

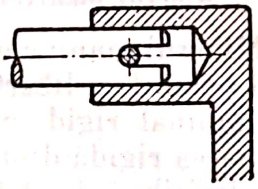


Fig. 6.8.3.

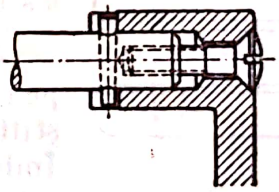


Fig. 6.8.4.

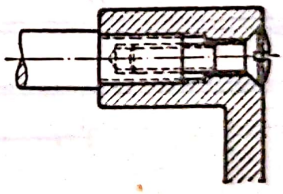


Fig. 6.8.5.

Fixarea manivelelor pe arbore

se poate face prin știft și șurub (fig. 6.8.4). Pentru manivelele turnate sub presiune se recomandă execuția arătată în fig. 6.8.5, deoarece solicitarea materialului este în acest caz mai redusă. Îmbinarea prin șurub fără asigurare poate fi folosită numai atunci cînd sensul de rotire corespunde sensului înșurubării.

6.8.1.2. Brațul manivelei

Brațul manivelei poate fi decupat din tablă plană, după care este fixat pe butuc prin nituire, îmbinarea trebuind să fie destul de bine asigurată, de exemplu printr-un știft (fig. 6.8.6). Manivelele mai mici se execută, de obicei, dintr-o bucată, din metal prin turnare sau presare (fig. 6.8.7 și 6.8.8).

Scanned with OKEN Scanner

În fig. 6.8.9 este reprezentată o manivelă pentru inductorul unui aparat pentru măsurarea izolației, unde brațul manivelei este legat printr-o șarnieră cu butucul manivelei, pentru a putea fi rabătut la 180° împreună cu mînerul, aducînd astfel într-o poziție protejată elementele manivelei care ar fi supuse

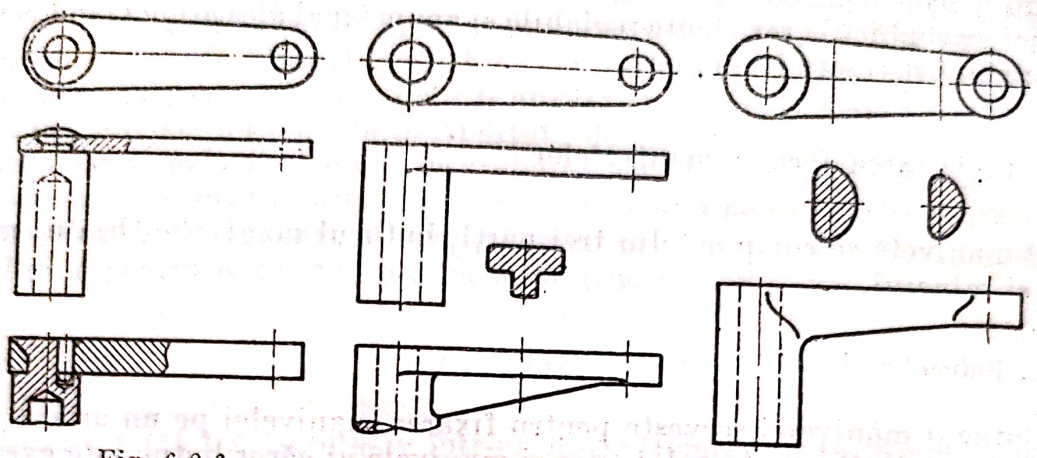


Fig. 6.8.6. Fig. 6.8.7. Fig. 6.8.8.

Forma de execuție a brațelor de manivelă

deteriorării pe timpul cît manivela nu este folosită. Brațul manivelei, care îmbracă partea fixă a manivelei pe o lungime destul de mare, are o secțiune în formă de U, pentru ca la folosirea manivelei șarniera să fie descărcată.

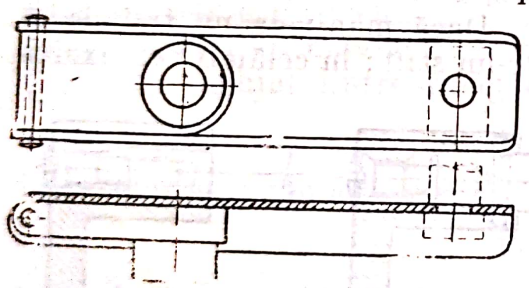


Fig. 6.8.9.
Manivelă cu braț rabatabil

6.8.1.3. **Mînerul manivelei**

Mînerul manivelei trebuie să fie fixat pe cît posibil cu libertate de rotire pe un știft îmbinat rigid cu brațul manivelei. Îmbinarea rigidă dintre mîner și braț nu este admisibilă decît în cazul unghiurilor de rotire limitate. Știftul manivelei se fixează, de obicei, prin nituire.

Pentru manivelele mai mari (manivele de mînă) suprafața mînerului ar trebui să aibă o formă bombată, de exemplu ca în fig. 6.8.10.

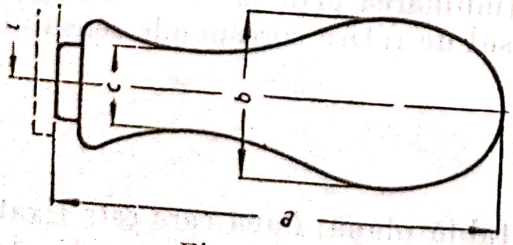


Fig. 6.8.10.

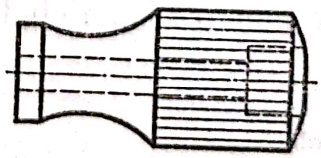


Fig. 6.8.11.

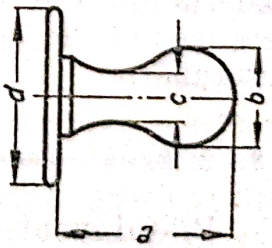


Fig. 6.8.12.

Mînere pentru manivele de mînă

Mîner pentru manivelă de deget

Tabela 6.8.1

Dimensiunile și forțele mînerelor pentru manivelele de mînă (fig. 6.8.10)

a, mm	*b*, mm	*c*, mm	*P*, kgf	*l*, mm
60	23	11	1	70
60	30	15	2	90
100	38	18	5	120

Tabela 6.8.2

Dimensiunile și forțele mînerelor pentru manivelele de deget (fig. 6.8.12)

a, mm	*b*, mm	*c*, mm	*d*, mm	*P*, gf
11	7	3,5	18	80
14	8	4	18	200
18	10	5	20	600

Tabela 6.8.1 cuprinde valorile dimensiunilor principale pentru unele execuții de acest fel și indicații asupra mărimii aproximative a forței P necesare pentru acționare.

S-a mai adăugat și lungimea brațului corespunzător de manivelă, care este recomandabil să fie mărită o dată cu creșterea dimensiunilor mînerului manivelei.

Manivele de mînă mai mici, de exemplu pentru inductoarele cu manivelă (lungimea manivelei 40—50 mm), care necesită o forță de 500—800 gf, pot fi executate cu o formă cilindrică și zimțate. Manivelele și mai mici (manivele de deget) au de obicei un mîner sferic cu o mică rondelă de protecție, care servește drept limitator pentru vîrfurile degetelor.

Tabela 6.8.2 cuprinde valorile dimensiunilor corespunzătoare pentru trei mărimi diferite și forțele maxime P. Asemenea mînere (fig. 6.8.12) se folosesc mai ales pentru rezistențe cu manivelă de dimensiuni mici.

Scanned with OKEN Scanner

7. ACUMULATOARE DE ENERGIE

Pentru a realiza mișcarea dorită a unei piese față de o altă piesă în repaus, este necesară o sursă de energie, de la care se face acționarea.

Drept surse de energie se folosesc adesea motoare electrice sau electromagneți. Se folosesc însă și acumulatoare de energie, adică sisteme care pot fi încărcate cu energie sub formă de lucru mecanic și care sînt apoi în măsură să redea energia înmagazinată în ele, tot sub formă de lucru mecanic, descărcîndu-se astfel.

La acumulatoarele de energie folosite pentru acționarea construcțiilor din domeniul mecanicii fine, se înmagazinează forța musculară omenească fie sub forma unei mase gravitaționale mai importante, ghidate în mod corespunzător (greutate), fie printr-o deformare elastică a unui arc.

Acumulatoarele de energie servesc deci pentru înmagazinarea forței musculare omenești în greutăți sau arcuri, pentru a o folosi astfel la acționarea construcțiilor de mecanică fină.

7.1. GREUTĂȚI

Greutățile se folosesc sub formă de greutăți de ridicare, greutăți pe pîrghie, greutăți de echilibrare și greutăți pendulare.

7.1.1. Greutăți de ridicare

Cînd o piesă de greutate G (fig. 7.1.1) este mișcată împotriva sensului gravității de la H_1 pînă la H_2, lucrul înmagazinat în greutatea ridicată este

$$A = G\,h,$$

în care h este diferența de înălțime dintre punctele H_1 și H_2.

Făcînd abstracție de pierderile prin frecare, această energie potențială poate fi recuperată, dacă greutatea ridicată, coborînd pe distanța h (fig. 7.1.1), servește pentru acționarea unei piese, forța G rămînînd în acest caz aceeași de-a lungul întregului drum.

Dacă calea de ghidare a greutății este înclinată cu un unghi α (fig. 7.1.2), atunci în direcția mișcării nu acționează decît componenta

$$G_1 = G \sin \alpha.$$

În cazul poziției orizontale a căii de ghidare (fig. 7.1.3), greutatea trebuie să fie transmisă, în general, prin mijloace de tracțiune și se folosește frecvent soluția cu o rolă liberă (fig. 7.1.4), pentru a putea obține o cursă cît mai mică.

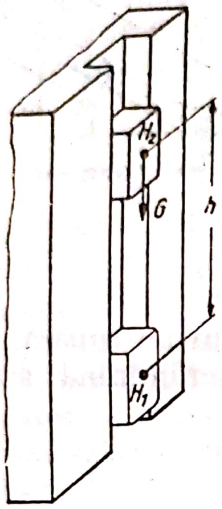


Fig. 7.1.1.
Greutate de ridicare în poziție verticală

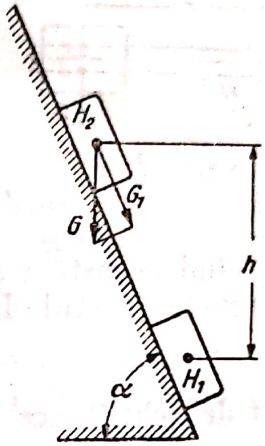


Fig. 7.1.2.
Greutate de ridicare în poziție înclinată

Greutățile de ridicare pot fi folosite și pentru realizarea unei mișcări de rotație cu moment uniform, dacă, de exemplu, greutatea acționează prin

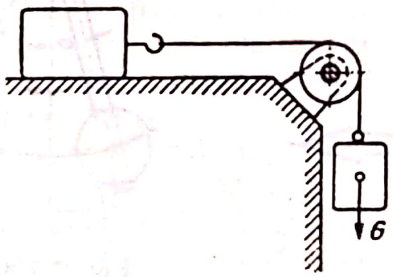


Fig. 7.1.3.

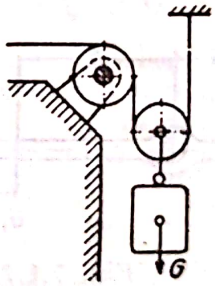


Fig. 7.1.4.

Greutăți de ridicare cu mijloace de tracțiune

intermediul unui mijloc de tracțiune pe periferia unui tambur rotativ. Acest sistem de acționare se folosește mai ales la mecanismele de ceasornic cu greutăți.

7.1.2. Greutăți de pîrghie

Deseori, o greutate este rezemată pe o axă amplasată în afara centrului său de greutate. La poziția arătată în fig. 7.1.5 rezultă un moment

$$M = G\,r,$$

în care G este greutatea piesei care se poate deplasa pe pîrghia H, iar r este distanța centrului de greutate al acestei piese de la axa de rotație.

În fiecare poziție unghiulară α a pîrghiei H (fig. 7.1.6) se schimbă momentul M, care este proporțional cu cosinusul unghiului de înclinare α. Din această cauză, acționarea printr-o greutate pe pîrghie se poate folosi

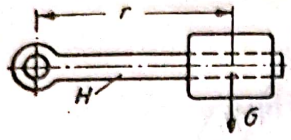


Fig. 7.1.5.

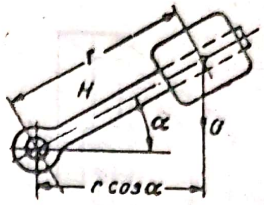


Fig. 7.1.6.

Greutăți de pîrghie

numai atunci, cînd această variație a momentului nu supără, sau se alege un unghi de rotație destul de mic, momentul rămînînd astfel aproape constant.

7.1.3. Greutăți de echilibrare

Greutățile de echilibrare se folosesc, de exemplu, la aparatele de măsurat, pentru a influența poziția centrului de greutate și prin aceasta starea de echilibru a mecanismului de măsurat rotativ (fig. 7.1.7). Dacă în acest caz a

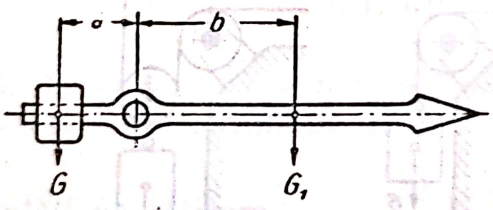


Fig. 7.1.7.

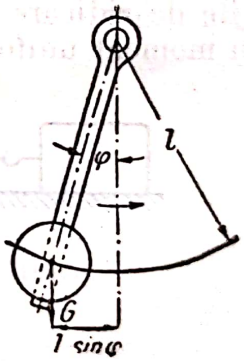


Fig. 7.1.8.

Greutăți de echilibrare

este distanța centrului de greutate al greutății de echilibrare, iar b distanța centrului de greutate al corpului care trebuie echilibrat, de exemplu a unui arătător, de la axa de rotire, este valabilă relația

$$G\,a = G_1\,b,$$

dacă G_1 este greutatea corpului care trebuie echilibrat.

7.1.4. Greutăți pendulare

În afara acestor greutăți care au efect static, se întîlnesc și greutăți cu efect dinamic, mai ales sub formă de greutăți oscilante (greutăți pendulare) pentru reglarea mersului mecanismelor de ceasornic (fig. 7.1.8).

Dacă l este distanța centrului de greutate al greutății pendulare de la axa de rotație, iar φ este semiunghiul de oscilație, gravitatea G acționează la un braț de pîrghie l producînd un moment

$$M = G\, l \sin \varphi,$$

care scade deci la revenirea în poziția de repaus pînă la zero și care crește din nou la continuarea oscilației în sens opus. Astfel se înmagazinează periodic energie care este apoi restituită.

7.2. ARCURI

Mult mai frecvent decît greutățile se folosesc în mecanica fină arcurile ca acumulatoare de energie, deoarece acționarea prin arcuri necesită la aceeași putere mult mai puțin loc și este mai ușoară decît acționarea prin greutăți. În afară de aceasta, acționarea prin arcuri lucrează independent de poziția față de verticală, așa încît ea poate fi luată în considerație și pentru aparate și mașini mobile.

Arcurile și greutățile se deosebesc între ele, ca acumulatoare de energie, mai ales prin aceea că forța exercitată de un arc crește proporțional cu deformarea elastică, deci, în general, proporțional cu cursa capătului arcului, în timp ce forța exercitată de o greutate rămîne invariabilă. Din reprezentarea grafică din fig. 7.2.1 se poate vedea că la creșterea cursei f forța P a unui arc de tracțiune crește liniar. Se ia în considerare bineînțeles ipoteza că materialul nu este solicitat dincolo de limita de arcuire.

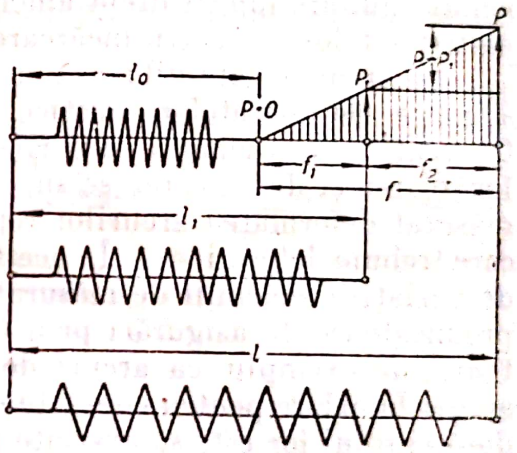


Fig. 7.2.1.
Creșterea forței la tensionarea unui arc de tracțiune:
Po — arcul fără pretensionare; P_1 — pretensionarea arcului (kgf); P — încărcarea arcului (kgf); l_0 — lungimea arcului neîncărcat (mm); l_1 — lungimea arcului la pretensionare (mm); l — lungimea arcului la încărcare (mm); f_1 — cursa inițială (la pretensionare a arcului (mm); f_2 — cursa utilă a arcului (mm); f — cursa totală a arcului (mm)

Din fig. 7.2.1 se mai vede că un arc, care trebuie să fie folosit pentru a efectua un lucru mecanic de-a lungul unei anumite curse utile $f_2 = f - f_1$, trebuie să i se asigure o anumită „cursă inițială" f_1, respectiv o „pretensionare" P_1, deoarece forța necesară pentru efectuarea lucrului mecanic, de obicei, nu trebuie să scadă sub o anumită limită. În plus, nici nu este de dorit în multe cazuri ca forța maximă P exercitată de arc să depășească prea mult valoarea P_1, adică raportul

$$\frac{P - P_1}{P_1}$$

nu trebuie să depășească o anumită valoare. După cum se vede însă din fig. 7.2.1

$$\frac{P - P_1}{P_1} = \frac{f_2}{f_1} = \frac{\text{cursa utilă}}{\text{cursa inițială}}.$$

Valoarea reciprocă a acestui raport, deci

$$\frac{P_1}{P - P_1} = \frac{f_1}{f_2} = \frac{\text{cursa inițială}}{\text{cursa utilă}},$$

este numită gradul de pretensionare a arcului.

De aici rezultă că gradul de pretensionare trebuie ales cu atît mai mare, cu cît forța arcului trebuie să crească mai puțin la încărcarea sau să scadă mai puțin la descărcarea arcului.

7.2.1. Folosirea arcurilor

În mecanica fină, arcurile nu se folosesc numai ca acumulatoare de energie pentru acționare, ci mai frecvent pentru alte scopuri. Efectul arcului la încărcarea și descărcarea unui mecanism de ceasornic este asemănător cu cel al unui arc folosit drept amortizor, în care caz energia unei mase în mișcare este folosită pentru încărcarea arcului.

La arcurile care vibrează cu frecvența lor proprie, de exemplu corpurile acustice ale aparatelor acustice, arcurile de vibrație ale măsurătoarelor de frecvență prin rezonanță, arcurile de regulator ale mecanismelor de ceasornie, încărcarea și descărcarea se succed periodic și foarte rapid. La aparatele de măsurat deformarea arcurilor reprezintă adeseori o măsură pentru mărimea care trebuie determinată. În acest caz încărcarea și descărcarea este în funcție de variațiile mărimii de măsurat. Pe de altă parte arcurile se folosesc și ca producătoare de asigurări prin forță pentru îmbinări sau scopuri asemănătoare, de exemplu ca arcuri de frînare, pentru a produce frecări, sau ca arcuri lamelare pentru contacte electrice. Aici arcul este tensionat o singură dată și rolul lor este să exercite permanent o forță corespunzătoare pretensionării.

Astfel de arcuri care pot fi considerate drept acumulatoare staționare nu mai aparțin în sensul strict al noțiunii categoriei de acumulatoare de energie. Ele sînt totuși tratate împreună din motive de sistematizare.

În sfîrșit, arcurile se folosesc adeseori pentru a îmbina articulat între ele două piese (articulații cu arc). În acest caz se ia în considerație numai deformarea arcului, pe cînd variația implicită a efectului forței și lucrul mecanic prestat nu joacă un rol esențial. Din acest motiv, asemenea arcuri se folosesc și fără pretensionare.

7.2.2. Materiale

În mecanica fină arcurile se execută nu numai din oțel (de exemplu din bandă de oțel de arc, din sîrmă de arc etc.), ci și din metale neferoase adecvate, pe cît posibil laminate la duritatea necesară arcurilor sau trase dur, de exemplu bronz fosforos, argentan (alpaca), aliaje de beriliu, alamă etc. Se menționează, de asemenea, folosirea arcurilor bimetalice, care se compun din table, îmbinate între ele prin „sudare la rece", executate din materiale al căror coeficient de dilatare termică este diferit. În consecință, un asemenea arc se încovoaie la încălzire. În comerț se găsesc diferite tipuri de bimetal,

Scanned with OKEN Scanner

în special sub formă de benzi, care sînt realizate mai ales din sortimente diferite de oţel.

Uneori se foloseşte şi cauciucul moale drept material pentru arcuri, dar numai atunci cînd nu se pune preţ pe păstrarea unei anumite valori a arcuirii. De aceea arcurile din cauciuc se folosesc aproape numai ca amortizoare, sub formă de tampoane de cauciuc, picioare din cauciuc etc., unde materialul este solicitat la compresiune.

7.2.3. Clasificarea arcurilor

La folosirea arcurilor, materialul poate fi solicitat la tracţiune, compresiune, încovoiere sau răsucire. Solicitările la tracţiune şi la compresiune se întîlnesc rar, deoarece lungirile (sub influenţa forţelor de tracţiune) respectiv scurtările (sub influenţa forţelor de compresiune), care se situează în cadrul limitei de elasticitate, sînt foarte mici la materialele corespunzătoare pentru arcuri.

Făcînd abstracţie de aceste cazuri excepţionale, arcurile sînt solicitate la încovoiere sau la răsucire şi din acest punct de vedere există deci: arcuri de încovoiere şi arcuri de răsucire. Ele sînt fie aproape întinse drept, fie curbate, respectiv răsucite. Fiecare dintre aceste arcuri poate avea o secţiune dreptunghiulară sau rotundă.

7.2.4. Calculul arcurilor

La calcularea unui arc metalic trebuie să se presupună folosirea unui material tehnic complet elastic, care este încărcat în limita de arcuire.

Valorile calculate la arcurile mici nu corespund, însă, decît aproximativ cu rezultatele practice, deoarece sînt influenţate mai mult de abaterile dimensionale ale materialului şi de procedeul de execuţie a arcului decît la arcurile mai mari. De aceea, este mereu recomandabil să se verifice ulterior arcurile prin încercări, care se pot executa cu balanţele pentru arcuri.

Tabela 7.2.1 dă o centralizare a valorilor celor mai importante pentru calcul, ale materialelor obişnuite pentru arcuri, în care E este modulul de elasticitate; G — coeficientul de elasticitate la forfecare (transversal); σ'_{adm} — rezistenţa admisibilă la încovoiere; τ'_{adm} — rezistenţa admisibilă la răsucire.

Valorile sînt valabile pentru semifabricate cu grosimea de circa 0,2—2 mm. Trebuie avut în vedere că la dimensiuni mai mici limita de arcuire este mai ridicată decît la dimensiuni mai mari. Valorile indicate în tabela 7.2.1 sînt valabile pentru semifabricatele de grosime mijlocie.

Solicitarea limită, la a cărei depăşire apare o deformare permanentă şi deci după o durată de funcţionare mai mult sau mai puţin lungă apare o distrugere a arcului, este denumită limita de arcuire σ'_E, respectiv τ'_E. În calcul trebuie deci introdusă pentru rezistenţa admisibilă o valoare σ'_{adm}, respectiv τ'_{adm}, care, ţinînd seama de cele expuse, trebuie să fie aleasă totdeauna mai mică decît valorile σ'_E, respectiv τ'_E.

Scanned with OKEN Scanner

Se pot deosebi următoarele trei cazuri de solicitare:

I. Încărcarea statică a arcului, cînd arcul este tensionat o singură dată și rămîne apoi permanent în această stare.

II. Încărcare variabilă a arcului, cînd arcul este solicitat în funcționare într-un singur sens, de la zero pînă la o valoare maximă.

III. Încărcarea oscilantă a arcului, cînd arcul este solicitat în funcționare într-un sens și în celălalt.

Pentru cazurile de încărcare II și III mai trebuie avută în vedere și frecvența variației încărcării. În afară de aceasta, la alegerea rezistenței admisibile mai trebuie luate în considerație și următoarele:

a. Tensiunile proprii ale semifabricatului

Semifabricatele obișnuite din comerț au, de la execuția prin laminare sau tragere, tensiuni proprii, care micșorează corespunzător limita de arcuire dată de încărcare. Această micșorare a fcst luată în considerație la valorile indicate în tabela 7.2.1. Prin încălzire (revenire), tensiunile proprii se pot înlătura dacă este cazul și astfel rezistențele admisibile pot fi luate mai mari. Valorile pentru rezistența admisibilă sînt date în tabela 7.2.1, separat pentru stările fără revenire și cu revenire.

b. Calitatea suprafeței

În tabela 7.2.1 valorile sînt valabile pentru o suprafață netedă, dură. Dacă suprafața este aspră sau poroasă, rezistența admisibilă trebuie aleasă cu o reducere corespunzătoare. În timpul execuției, suprafața poate fi influențată defavorabil și prin efect chimic de exemplu la decapare, ardere, nichelare etc.

c. Forma arcului

Valorile din tabela 7.2.1 sînt valabile pentru arcuri întinse drept. Arcurile îndoite, cotite sau răsucite suferă prin deformarea la rece o modificare de structură și, în afară de aceasta, la locurile de încovoiere suprafața devine mai casant, așa încît se reduce considerabil mai ales rezistența la oboseală. Aceasta condiționează o micșorare mai mare a rezistenței admisibile, de aceea trebuie aplicat un factor de înmulțire C_1,C_2 sau C_3.

Factorul $C_1 = 0{,}7$ se aplică la arcurile din tablă de oțel cu raza de îndoire minimă de 0,5 s (s fiind grosimea tablei), la arcurile din tablă metalică (neferoasă) cu raza de îndoire minimă 0,25 s, la arcurile din sîrmă cu raza de îndoire minimă 1,5 d (d fiind diametrul sîrmei). La arcurile din sîrmă trebuie dată atenție în această privință și îndoirilor de la capetele sîrmei, de exemplu la ochiurile de agățare pentru arcurile elicoidale.

Factorul $C_2 = 0{,}25$ se aplică, cînd locul de îndoire este foarte apropiat de locul de prindere, mai ales dacă există riscul ca prin îndoire materialul să capete fisuri. Razele de îndoire arătate pentru C_1 sînt valabile și pentru C_2.

Factorul $C_3 = 0{,}1$ se aplică la arcurile de măsurare, la care precizia măsurării depinde de încovoierea sau torsiunea lor.

d. Influențe exterioare

Valorile indicate în tabela 7.2.1 sînt valabile pentru temperatura camerei. La temperaturi mai ridicate apare o slăbire considerabilă a arcuirii. Astfel,

Scanned with OKEN Scanner

de exemplu, modulul de elasticitate al oțelului se reduce cu 10% dacă temperatura crește la 150°C. În afară de aceasta trebuie avut în vedere că fenomenele de coroziune, îndeosebi la oțel, reduc considerabil rezistența la oboseală.

Tabela 7.2.1.

Indicații de calcul pentru materialele de arcuri

Denumirea materialului	Modulul de elasticitate și modulul de elasticitate transversal, kgf/mm²		Rezistența admisibilă, kgf/mm²											
			pentru arcuri fără revenire						pentru arcuri cu revenire					
			σ'_a			τ'_a			σ'_a			τ'_a		
	E	G	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Bandă de oțel pentru arcuri de ceasornic	20 000	8 000	180	140	—				180	140	—			
Bandă de oțel călită	20 000	8 000	75	60	50				100	84	70			
Bandă de oțel V2A (inoxidabil), tare	18 300	7 300	40	37	30				48	44	36			
Tablă de bronz WBz6	10 700	4 200	35	30	11				42	36	13			
Tablă de bronz cu siliciu	12 000	4 200	18	15	5,5				22	18	6,5			
Tablă de alpaca Ns13	12 000	4 500	32	27	10				38	32	12			
Tablă de nichelină, tare	13 500	4 800	35	29	11				42	35	13			
Tablă de alamă Ms 63	10 000	3 500	22	18	6,5				26	22	7,8			
Sîrmă de oțel de arc	20 000	8 000	85	75	55	60	50	30	120	100	77	84	70	42
Sîrmă de oțel V2A inoxidabil (tare)	18 300	7 300	45	40	30	35	30	20	63	56	42	49	42	28
Sîrmă de bronz WBz6	10 700	4 200	40	32	18	23	17	9	56	45	25	32	24	12
Sîrmă de alpaca	12 000	4 500	36	29	15	20	14	8	50	40	21	28	18	11
Alamă, Ms63	10 000	3 500	24	18	9	16	10,5	5,5	33	25	13	22	14	7,5

În general, mai trebuie remarcat că este indicat să se adopte rezistența admisibilă după valorile indicate în tabela 7.2.1 numai atunci cînd necesitățile o cer. Dacă însă prin alegerea unei rezistențe mai reduse dimensiunile și greutatea arcului respectiv nu devin inadmisibil de mari, este recomandabilă, în interesul unei siguranțe mărite, reducerea rezistenței, mai ales atunci cînd o rupere de arc ar avea urmări grave.

7.2.5. Arcuri de încovoiere

Arcurile de încovoiere se folosesc pe scară largă sub forma arcurilor lamelare întinse precum și sub forma arcurilor lamelare răsucite (arcuri spirale), pentru acționarea mecanismelor de ceasornic, precum și ca arcuri de orientare pentru aparate de măsurat. De arcurile de încovoiere aparțin și lamelele de contact pentru aparatele electrice. Șaibele elastice, folosite de exemplu pentru îmbinările prin șuruburi, intră tot în această categorie.

7.2.5.1. Arcuri cu secțiune dreptunghiulară

Arcurile cu secțiune dreptunghiulară (arcuri lamelare sau din bare) se folosesc mai ales acolo, unde se cere o mișcare redusă, în cadrul unei curse mici. Față de un arc elicoidal, arcul lamelar prezintă avantajul că materialul poate fi folosit în forma sa naturală de tablă sau bandă întinsă. Pe de altă parte un arc întins necesită mult spațiu, deoarece el este relativ lung în compa-

rație cu cursa. Deosebit de utilă este folosirea arcurilor lamelare atunci cînd trebuie amplasate mai multe arcuri unul peste celălalt, pentru o acționare comună, de exemplu la pachetele de arcuri lamelare de contact și la periile cu arc din electrotehnică.

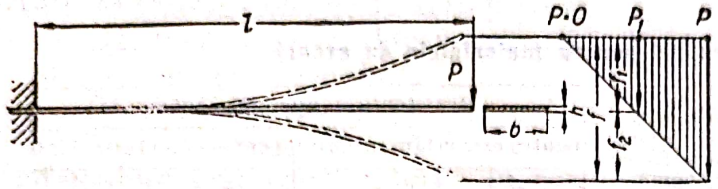


Fig. 7.2.2.
Arc fixat la un capăt

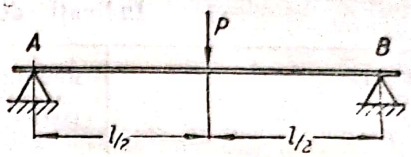


Fig. 7.2.3.
Capetele arcului rezemate liber

Arcurile lamelare se fixează de obicei rigid la unul din capete și sînt încărcate la capătul liber cu o forță P (fig. 7.2.2). Destul de des se poate întîlni și sistemul la care arcul este rezemat liber la ambele capete și este încărcat la mijloc (fig. 7.2.3).

Pentru arcul lamelar, fixat rigid la un capăt, rezultă următoarele formule de calcul:

$$P = \frac{b\,h^2}{6\,l}\,\sigma'_{adm}; \tag{1}$$

$$f = \frac{4\,l^3\,P}{b\,h^3\,E} = \frac{2\,l^2}{3\,h\,E}\,\sigma'_{adm}, \tag{2}$$

în care P este sarcina arcului, în kgf;
f — cursa (săgeata) totală a arcului, în mm;
l — lungimea efectivă a arcului, în mm;
b — lățimea arcului, în mm;
h — grosimea arcului, în mm;
σ'_{adm} — rezistența admisibilă la încovoierea materialului, în kgf/mm²;
E — modulul de elasticitate, în kgf/mm².

Dacă arcul este pretensionat de un limitator, ceea ce este, în genere, recomandabil chiar și numai din motivul că astfel este asigurată poziția de repaus a arcului, cursa totală a arcului f este egală cu suma cursei inițiale a arcului f_1 și a cursei utile a arcului f_2, deci

$$f = f_1 + f_2$$

și

$$f_1 = f_2\,\frac{P_1}{P - P_1} \text{ respectiv } f = f_2\,\frac{P}{P - P_1}, \tag{3}$$

în care P_1 reprezintă pretensionarea arcului.

În cele ce urmează se va demonstra aplicarea acestor formule cu ajutorul cîtorva exemple.

Exemplul 1. Un arc lamelar din tablă de alpaca trebuie să capete la o sarcină $P=0{,}2$ kgf și o lungime efectivă $l=40$ mm, o săgeată $f=5$ mm. Cît de mari sînt lățimea b și grosimea h a arcului?

Pentru materialul folosit, tablă de alpaca fără revenire, rezultă din tabela 7.2.1 valoarea 32 kgf/mm², deoarece sarcina este statică conform cazului I. Pentru siguranță se va alege

$$\sigma'_{adm} = 30 \text{ kgf/mm}^2.$$

Se cer: b și h.
Conform ecuației (2) se obține

$$h = \frac{2\,l^2\,\sigma'_{adm}}{3\,f\,E} = \frac{2 \cdot 40^2 \cdot 30}{3 \cdot 5 \cdot 12 \cdot 10^3} \approx 0{,}5 \text{ mm}$$

și conform ecuației (1) se obține

$$b = \frac{6\,P\,l}{h^2\,\sigma'_{adm}} = \frac{6 \cdot 0{,}2 \cdot 40}{0{,}5^2 \cdot 30} \approx 6{,}5 \text{ mm}.$$

Exemplul 2. Un arc lamelar, executat din tablă de oțel, are în poziția sa de repaus o pretensionare $P_1 = 0{,}05$ kgf; după o cursă $f_2 = 5$ mm arcul exercită o forță $P = 0{,}2$ kgf. Cît de mari sînt cursa inițială f_1, lățimea b și grosimea h a arcului, dacă lungimea efectivă trebuie să fie $l = 40$ mm?

Se presupune că arcul este solicitat alternativ conform cazului III. Dacă arcul a fost tratat prin revenire, el poate fi solicitat la limită cu 70 kgf/mm². Luînd în considerație frecvența încărcării, σ'_{adm} s-ar reduce însă la 55 kgf/mm².

Conform ecuației (3) se obține

$$f_1 = f_2 \frac{P_1}{P - P_1} = 5 \frac{0{,}05}{0{,}2 - 0{,}05} = 1{,}67 \text{ mm},$$

iar

$$f = f_1 + f_2 = 1{,}67 + 5 = 6{,}67 \text{ mm}.$$

Conform ecuației (2) se obține

$$h = \frac{2\,l^2\,\sigma'_{adm}}{3\,f\,E} = \frac{2 \cdot 40^2 \cdot 55}{3 \cdot 6{,}67 \cdot 20 \cdot 10^3} \approx 0{,}45 \text{ mm}$$

iar conform ecuației (1) se obține.

$$b = \frac{6\,P\,l}{h^2\,\sigma'_{adm}} = \frac{6 \cdot 0{,}2 \cdot 40}{0{,}45^2 \cdot 55} \approx 4{,}5 \text{ mm}.$$

Cînd lungimea arcului este limitată și săgeata este dată, cerîndu-se în același timp o forță P relativ ridicată, calculul exemplului 1 ar da o lățime prea mare a arcului. În acest caz, lățimea calculată poate fi oarecum descompusă în mai multe părți care se așază una peste alta, ajungîndu-se astfel la pachetele de arcuri lamelare sau la periile de arcuri. Dacă în exemplul 1 forța cerută a arcului ar fi $P = 1$ kgf, ar rezulta conform ecuației (1) o lățime totală b de cinci ori mai mare, care ar putea fi deci descompusă în cinci benzi suprapuse de cîte 6,5 mm lățime.

La pachetele de arcuri lamelare trebuie observat totdeauna ca fiecare lamă individuală să aibă toată libertatea de mișcare. Aceasta se poate realiza prin spații intermediare adecvate ca în fig. 7.2.4 și 7.2.5; mai simplă este însă execuția arătată în fig. 7.2.6, la care peria este polizată înclinat, așa încît arcurile se desfac la apăsarea pe o bază, de exemplu, suprafața de contact la un comutator electric (fig. 7.2.7). La calculul unor asemenea perii de arcuri

Scanned with OKEN Scanner

înclinate cu unghiul α, se va introduce în ecuații, pentru solicitarea la încovoiere, forța perpendiculară pe arc $P = P_h \cos \alpha$ și nu presiunea de contact P_h (fig. 7.2.5).

La fixarea arcurilor lamelare solicitate la un capăt, trebuie avut în vedere ca muchiile suprafeței de bază ale plăcii de acoperire etc., peste care se încovoaie arcul la solicitare, să fie suficient rotunjite. Dacă arcul este fixat prin șuruburi, diametrul d al găurilor de fixare nu trebuie să reprezinte mai

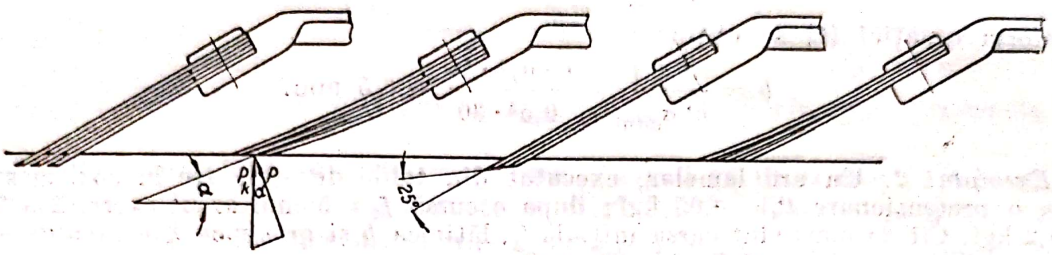


Fig. 7.2.4. Fig. 7.2.5. Fig. 7.2.6. Fig. 7.2.7.

Pachete de arcuri lamelare la comutatoare rotative

mult de 0,3—0,5 din lățimea b a arcului, pentru ca arcul să nu fie slăbit prea mult. Dacă este necesar, arcul va fi lățit în zona șuruburilor de fixare, totuși trebuie pe cît posibil evitate schimbările bruște ale secțiunii. Detalii asupra dimensiunilor arcurilor la locul de prindere reies din fig. 7.2.8 și din tabela 7.2.2. Trebuie, îndeosebi, avut grijă ca dimensiunea c să nu devină atît de mică încît la o prindere neuniformă să se facă simțită slăbirea la gaură. Dacă această condiție nu poate fi respectată, ea trebuie avută în vedere la calcularea arcului. Dacă pentru găurirea capătului arcului este necesară o recoacere, nu trebuie încălzită decît zona de fixare. Este recomandabil să se folosească atunci pentru fixare o placă de acoperire (fig. 7.2.8 și 7.2.9).

Tabela 7.2.2

Cotele arcurilor lamelare la locurile de îmbinare (fig. 7.2.8), **mm**

	Fixarea prin	
	șuruburi	nituri
d	$\geqslant 0{,}5\,b$	$\geqslant 0{,}3\,b$
a	$3-4\,d$	$3-4\,d$
c	$\geqslant 0{,}5\,b$	$\geqslant 0{,}5\,b$

Trebuie făcută deosebirea între plăcile de acoperire și plăcile de reazem prevăzute ca sprijin pentru arcuri. Acestea din urmă servesc pentru preluarea pretensionării în poziția de repaus și trebuie deci să ajungă cît mai aproape de capătul liber al arcului și să fie fixate totdeauna astfel, încît arcul la încărcare să se desprindă de pe placa de reazem.

Sistemul de fixare cel mai frecvent folosit este cel prin șuruburi. Tabla de arc este prevăzută cu două găuri de trecere, dispuse, de obicei, una după alta (fig. 7.2.8) și prin care trec două șuruburi de fixare. Dacă solicitarea la încovoiere se face în direcția săgeții P, este recomandabil să se prevadă o placă separată de acoperire. Construcția arătată în fig. 7.2.9 cu două șuruburi așezate unul lîngă altul se va alege, din cauza formei mai puțin simple a arcului, numai atunci cînd spațiul disponibil nu permite execuția arătată în fig. 7.2.8. Eventual fixarea poate fi realizată și conform fig. 7.2.10 sau

7.2.11, prevăzînd deci numai un singur șurub de fixare și o asigurare împotriva rotirii printr-o ureche îndoită sau o imprimare.

Dacă la arcurile electrice de contact este necesar ca arcurile lamelare să fie fixate izolat, tablele de arc trebuie să fie despărțite atît între ele, cît și față de suprafața de bază metalică, de obicei prin straturi intermediare izolante. În afară de aceasta șuruburile de fixare, respectiv bolțurile, trebuie izolate de arcuri prin tuburi izolante. Un exemplu pentru dispoziția arcurilor

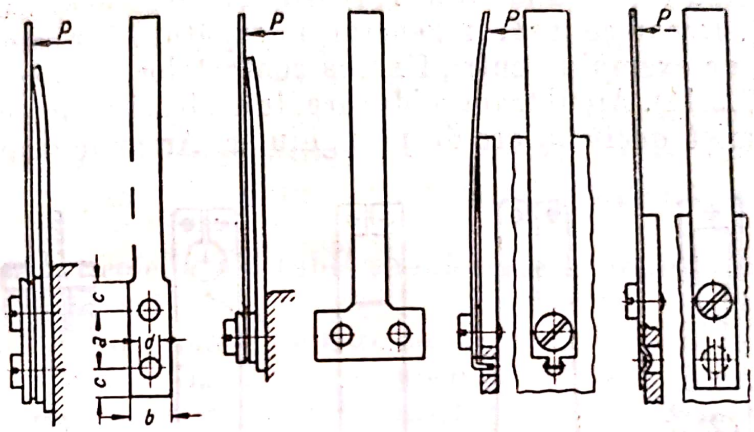


Fig. 7.2.8. Fig. 7.2.9. Fig. 7.2.10. Fig. 7.2.11.
Fixarea arcurilor lamelare pretensionate

și a izolației la un asemenea bloc de lame de arc este arătat în fig. 7.2.12. Asemenea tuburi izolante duc însă uneori la deranjamente, mai ales în cazul dimensiunilor mici și al numărului mare de arcuri, fapt pentru care șuruburile de fixare se amplasează frecvent în afara arcurilor (fig. 7.2.13), deoarece atunci nu mai sînt necesare tuburile izolante. Poziția arcurilor trebuie însă atunci asigurată prin măsuri speciale, de exemplu prin imprimarea de puncte.

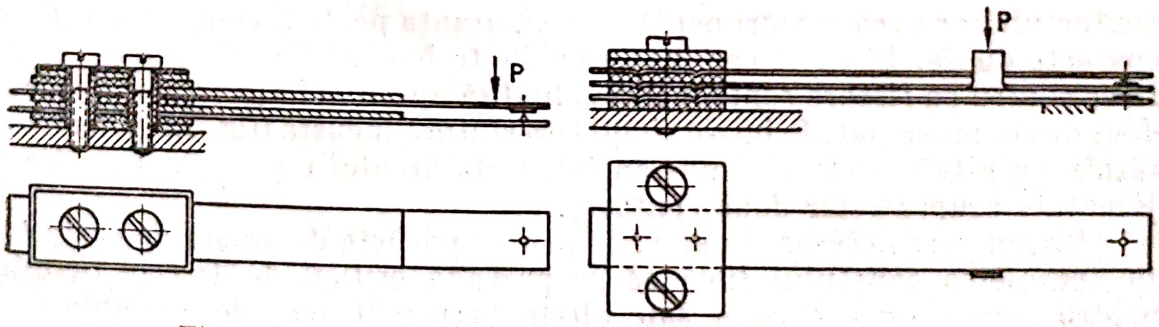


Fig. 7.2.12. Fig. 7.2.13.
Îmbinare izolată prin șuruburi la blocuri de lame de contact

În orice caz, elementele izolante trebuie astfel amplasate și dimensionate, încît să existe o distanță de fugă necesară între elementele componente străbătute de curent de potențial diferit, cît și între elementele străbătute de curent și cele puse la pămînt. Mărimea distanței de fugă depinde de valoarea tensiunii electrice, trebuind însă luată în considerație și influența umezelii și a depu-

nerilor de praf. Îndeosebi în încăperile umede nu trebuie folosit decît material izolant nehigroscopic.

În general, arcurile lamelare fixate la un capăt, îndeosebi arcurile de contact pentru comutatoare și relee cu pachete de lame (fig. 7.2.12 și 7.2.13), se execută cu aceeași lățime pe toată lungimea, deci sub forma de arcuri dreptunghiulare. În unele cazuri este mai favorabil însă, dacă lățimea se reduce înspre capătul liber. O solicitare uniformă a materialului pe toată lungimea ar rezulta, dacă arcul ar fi realizat cu o formă ascuțită la vîrf (arc triunghiular). Deoarece însă, în general, la capătul liber este necesară o anumită lățime, de exemplu pentru fixarea contactelor, se alege o formă trapezoidală (fig. 7.2.14). Arcul trapezoidal are, la aceleași caracteristici de arcuire, o masă mai mică decît un arc dreptunghiular. Arcurile trapezoidale sînt de

Fig. 7.2.14. Arcuri trapezoidale

Fig. 7.2.15.

Fig. 7.2.16. Arcuri pentru contact dublu

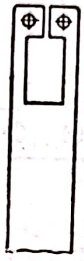


Fig. 7.2.17.

Fig. 7.2.18.

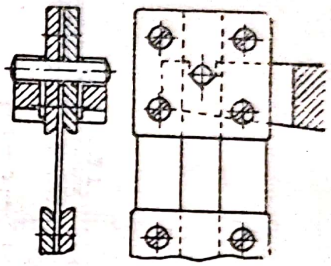


Fig. 7.2.19. Articulație cu arc

aceea avantajoase, mai ales cînd trebuie mișcate foarte repede (vibratoare rapide), precum și atunci cînd arcurile trebuie să fie cît mai puțin influențate prin trepidații. Dacă în mod excepțional într-un asemenea caz lățimea arcului nu poate fi redusă la capătul liber din motive speciale, se poate obține același efect ca la un arc trapezoidal adoptîndu-se forma din fig. 7.2.15.

La arcurile de contact pentru pachete de arcuri, la care o defectare a contactului ar avea urmări neplăcute, siguranța poate fi simțitor mărită prin contacte duble. În acest caz însă arcurile trebuie să fie crestate la capătul liber pentru ca fiecare contact individual să apese cu forța necesară, independent de cel învecinat. Printr-o simplă crestătură îngustă (fig. 7.2.16), arcuirea totală nu este modificată substanțial, forța arcului repartizîndu-se doar pe jumătate asupra celor două contacte.

Uneori este necesar, la arcurile pentru pachete de arcuri de contact, ca în apropierea capătului liber să se prevadă orificii de trecere (ferestre), pentru cepuri de acționare sau altele asemănătoare, de exemplu ca în fig. 7.2.17. La folosirea de contacte duble, fereastra trebuie astfel dimensionată, încît să se realizeze o arcuire proprie suficient de eficace a celor două limbi de arc. O execuție ca cea din fig. 7.2.18 trebuie aleasă numai atunci, cînd suprafața nu poate fi străpunsă în locul marcat cu F, de exemplu cînd în locul acela se reazemă un cep de acționare.

În fig. 7.2.19 se reprezintă o articulație cu arc, la care arcurile lamelare sînt deviate, printr-un pendul oscilant, din poziția de repaus în ambele sensuri. Trebuie folosit deci un arc fără pretensionare, iar piesele de întărire

înșurubate pe ambele fețe ale arcului lamelar trebuie rotunjite corespunzător la locurile de încovoiere.

Pentru fixarea arcurilor lamelare se pot folosi și alte mijloace. Dacă un arc lamelar trebuie îmbinat cu o carcasă din tablă sau altă piesă asemănătoare, se poate folosi nituirea. Se prevede atunci eventual o placă de acoperire, pentru a evita ca arcul să fie deformat la formarea capetelor de închidere. Mai simplu, fixarea poate fi executată prin sudare electrică prin puncte, care înlocuiesc adeseori nituirea.

Uneori, arcurile se fixează și prin lipire moale, însă în acest caz există pericolul ca, la încălzire, arcul să devină prea moale. Un sistem de fixare foarte rentabil pentru fabricația de masă este încastrarea capătului arcului în material izolant presat sau încastrarea prin topire la turnarea sub presiune. Pentru arcurile din sîrmă se aplică eventual și încastrarea prin topire în sticlă.

În fabricația articolelor din tablă se folosește în multe cazuri, cu rezultate bune, o îmbinare prin urechi.

La calculul arcurilor lamelare care se reazemă liber la ambele capete, fiind încărcate la mijloc (fig. 7.2.3), se pornește de la ipoteza că arcul este încastrat la mijloc și este solicitat la capăt prin reacțiunea egală cu $P/2$. De aceea se introduce în calcul lungimea $l/2$ și sarcina $P/2$. De aci rezultă

$$P = \frac{2\,b\,h^2}{3\,l}\,\sigma'_{adm}; \tag{4}$$

$$f = \frac{l^3\,P}{4\,b\,h^3\,E} = \frac{l^2\,\sigma'_{adm}}{6\,h\,E}, \tag{5}$$

presupunîndu-se însă că ambele capete se pot mișca liber. Această condiție nu este îndeplinită cu totul nici chiar atunci cînd arcurile se reazemă numai cu capetele lor pe reazeme fixe, deoarece frecarea produsă de reacțiune lucrează împotriva deplasărilor pe reazeme, care se produc la încovoiere.

Uneori este necesar un montaj, la care capătul liber al unui arc lamelar fixat la celălalt capăt să rămînă paralel cu capătul fixat chiar după încovoiere (arc paralel). Această cerință se impune, de exemplu, la arcurile cu contacte întinse de suprafața plană, unde este necesar să se evite o basculare a suprafețelor de contact.

Dacă două arcuri lamelare, fixate la unul din capete la o distanță a nu prea mică, sînt legate între ele la celălalt capăt printr-o piesă de distanțare de înălțimea a, ele se încovoaie astfel, încît (fig. 7.2.20) ne putem închipui fiecare din cele două arcuri ca fiind constituit din cîte două arcuri fixate la unul din capete și ale căror capete libere se întîlnesc. Dacă l este lungimea totală, atunci fiecare din aceste arcuri parțiale avînd lungimea $l/2$ va fi încărcat cu o forță $P/2$, în care 2 P este sarcina totală. De aici rezultă sistemul de calcul. Construcții asemănătoare se folosesc la galvanometrele cu suspendare cu bandă întinsă.

În fig. 7.2.21 se arată, ca exemplu de execuție, un montaj bilateral de contact pentru un releu, la care bara ghidată vertical poartă două arcuri lamelare drepte, fixate în mijloc. Capetele arcurilor sînt legate între ele prin

Scanned with OKEN Scanner

piese de distanțare, care poartă ploturi de contact. Acestea intră în atingere cu contactele fixe K, dacă bara este ridicată de o armătură legată cu ea. Construcția prezintă avantajul că suprafețele de contact se deplasează puțin lateral, rămînînd paralele între ele, la încovoierea arcului. În acest sistem, suprafețele de contact sînt permanent ținute curate.

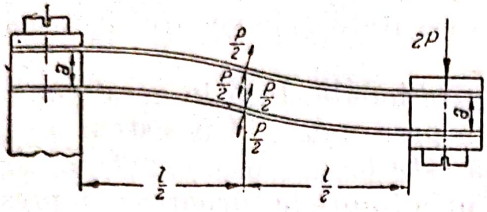


Fig. 7.2.20.

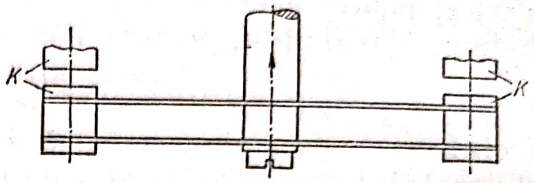


Fig. 7.2.21.

Arcuri paralele

Dacă un arc lamelar drept este încastrat rigid la ambele capete, săgeata, în cazul unei forțe care atacă la mijlocul ei, este desigur foarte mică. Pentru asemenea construcții, care nu se pot folosi decît în cazuri excepționale, sînt valabile următoarele ecuații de calcul:

$$P = \frac{4\,b\,h^2}{3\,l}\,\sigma'_{adm}; \tag{6}$$

$$f = \frac{l^3\,P}{16\,b\,h^3\,E} = \frac{l^2\,\sigma'_{adm}}{12\,h\,E}. \tag{7}$$

Benzile de arc încastrate rigid în acest fel se folosesc, de obicei, drept generatoare de vibrații, ca și sîrmele încastrate la ambele capete (coardele) și discurile rotunde încastrate pe contur (membranele), mai ales la aparatele acustice (microfoane, telefoane, vibratoare etc.). Dacă membrana servește

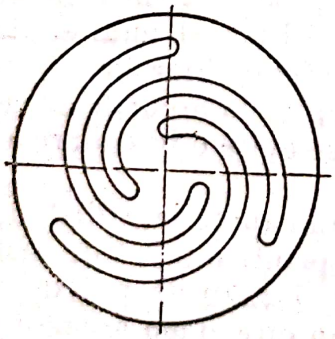


Fig. 7.2.22.
Arc coroană

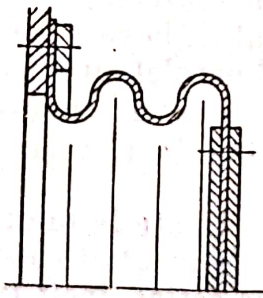


Fig. 7.2.23.
Tub ondulat (burduf)

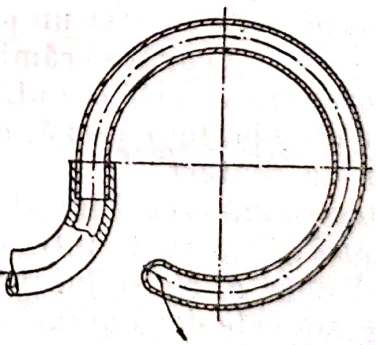


Fig. 7.2.24.
Arc Bourdon (din tub elastic)

în special pentru transmiterea unei mișcări dintr-un spațiu în altul închis etanș pentru gaze față de primul, are mai puțină importanță arcuirea decît etanșeitatea. Totuși trebuie avut grijă ca solicitarea materialului să se încadreze în limita de arcuire, pentru a evita o distrugere prematură.

Dacă membrana nu trebuie să închidă un spațiu, arcuirea poate fi mărită prin decupări de formă adecvată. Se obțin astfel arcurile coroană (fig. 7.2.22), la care suprafața circulară este oarecum divizată prin crestături cu desfășurare spirală, în mai multe arcuri mai înguste, cu lungime eficace mai mare. Pentru a obține o arcuire mai mare, se poate folosi în locul unei membrane un tub ondulat (burduf) (fig. 7.2.23), care poate fi realizat și din inele din tablă de oțel asamblate prin sudare exterioară și interioară, pentru a obține o formă de burduf.

Mai trebuie menționată apoi folosirea membranelor, eventual ondulate, pentru măsurarea presiunii lichidelor și gazelor (manometre cu membrană). Pentru acest scop se folosesc și tuburi elastice curbate (arcurile Bourdon), care se îndreaptă mai mult sau mai puțin sub influența unei presiuni interioare (fig. 7.2.24).

7.2.5.2. Arcuri cu secțiune rotundă

Dacă la un arc lamelar fixat la unul din capete secțiunea dreptunghiulară este înlocuită prin una circulară, deci dacă în locul unei benzi se folosește o sîrmă, se obține la aceeași lungime și aceeași secțiune un arc considerabil mai rigid. Deoarece, pe de altă parte, asemenea arcuri întinse din sîrmă se încovoaie uniform în toate direcțiile, ele se folosesc mai ales acolo unde este dorită o posibilitate de cedare în toate sensurile.

La un arc din sîrmă fixat rigid la unul din capete se obțin următoarele formule de calcul:

$$P = \frac{\pi d^3}{32\, l}\, \sigma'_{aIm}; \tag{8}$$

$$f = \frac{64\, l^3 P}{3\pi d^4 E} = \frac{2\, l^2\, \sigma'_{adm}}{3\, d\, E}, \tag{9}$$

în care d este diametrul sîrmei. Semnificația celorlalte simboluri este cea indicată în cap. 7.2.5.1.

O posibilitate de cedare elastică egală în toate direcțiile se cere, de exemplu, la lagărele superioare ale contoarelor electrice, care trebuie să fie montate elastic, avînd în vedere loviturile care se produc la transportare. La execuția arătată în fig. 7.2.25, piesa de la partea inferioară turnată sub presiune, prevăzută cu o gaură axială în care intră fusul lagărului, este legată cu piesa superioară printr-o sîrmă de arc încastrată la ambele capete. Teava filetată care poartă piesa superioară, turnată sub presiune, și care servește pentru înșurubarea întregului lagăr în suport, este prelungită în jos astfel, încît să împiedice o încovoiere exagerat de mare a arcului din sîrmă. Din fig. 7.2.25 se poate recunoaște și forma dată arcului din sîrmă pentru ancorare iar încastrarea se realizează prin topire.

Construcția reprezentată în fig. 7.2.26 este și mai simplă, deoarece capătul inferior al arcului din sîrmă fixat prin lipire în piesa superioară servește direct și ca fus de lagăr. Arborele, respectiv bucșa din alamă îmbinată rigid cu acesta, poartă într-un asemenea caz gaura corespunzătoare de lagăr. Construcția este astfel realizată, încît încovoierea fusului elastic de lagăr să fie limitată de bucșele care pătrund una în cealaltă cu un anumit joc.

Scanned with OKEN Scanner

Ca alt exemplu de folosire a arcurilor întinse din sîrmă, în fig. 7.2.27 se arată un „limitator elastic" pentru arătătorul unui aparat de măsurat.

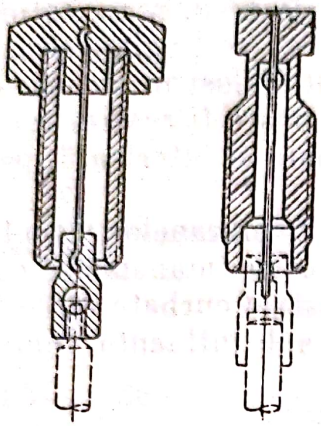


Fig. 7.2.25. Fig. 7.2.26.
Lagărul superior al contoarelor electrice

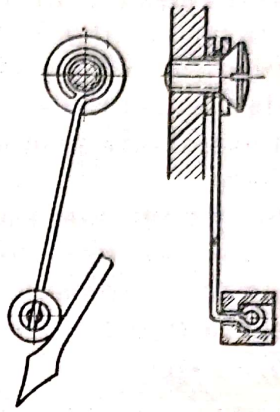


Fig. 7.2.27.
Limitator pentru arătătorul unui instrument de măsurat

La un arc rezemat liber la ambele capete (fig. 7.2.3) se alege de asemenea uneori, din motive de execuție, o secțiune rotundă.

7.2.5.3. Arcuri curbate cu secțiune dreptunghiulară

Dacă spațiul disponibil nu este suficient pentru a primi un arc de încovoiere de formă dreaptă sau aproape dreaptă, arcul trebuie curbat într-un mod corespunzător. În acest fel, efectul arcului nu este modificat, dacă se face abstracție de modificarea de structură a materialului care poate fi produsă eventual prin deformare. În consecință, formulele de calcul determinate pentru arcurile de încovoiere (cap. 7.2.5.1) sînt valabile și pentru arcurile curbate, însă solicitarea admisibilă trebuie considerabil redusă (tabela 7.2.1). Deosebit de frecvent se întîlnesc execuții cum sînt cele din fig. 7.2.28 și 7.2.29. Aci, pentru dimensionare, se poate calcula cu întreaga lungime liberă l ca la un arc întins, cu condiția ca pe întreaga lungime să fie asigurată deplina mobilitate.

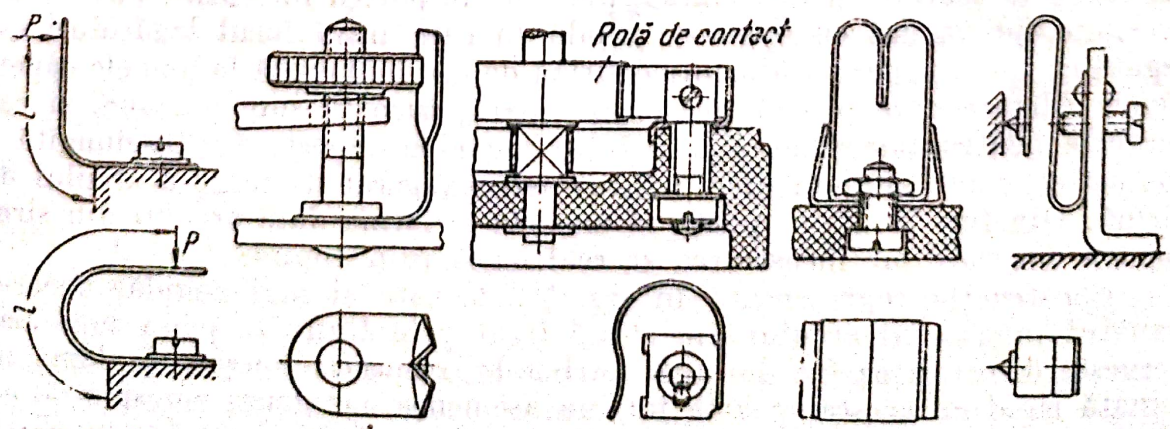


Fig. 7.2.28. Fig. 7.2.29. Fig. 7.2.30. Fig. 7.2.31. Fig. 7.2.32. Fig. 7.2.33.
Arcuri din foi curbate

Un exemplu în ceea ce privește forma arătată în fig. 7.2.28 îl constituie arcul de siguranță pentru o piuliță de reglare striată (fig. 7.2.30), care este fixată prin arcul de formă adecvată, care intră în conturul striat al piuliței în felul unui blocaj prin indexare (cap. 4.4.1).

Execuția arătată în fig. 7.2.29 se folosește frecvent la arcurile de contact. În fig. 7.2.31 se arată execuția unui asemenea arc de contact pentru un întrerupător la instalația de lumină. Rola executată din material izolant poartă pe ea piesele de contact, avînd forma unor benzi de tablă îndoite în mod corespunzător.

La întrerupătoarele cu pîrghie, arcurile de contact capătă, de obicei, forma arătată în fig. 7.2.32, pentru a se obține o atingere cu cuțitul de contact cît mai uniformă posibil. Arcurile sînt astfel pretensionate unul față de celă-

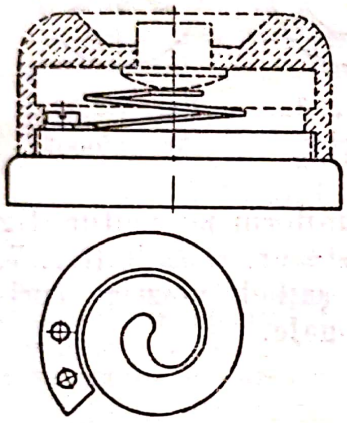


Fig. 7.2.34.
Arc melc pentru un întrerupător cu buton

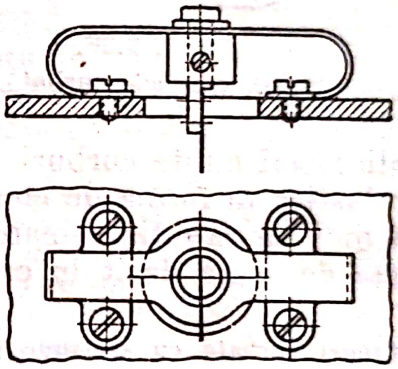


Fig. 7.2.35.
Arc potcoavă pentru banda de suspendare a unui galvanometru

lalt, încît se ating pe suprafețele de contact în poziție de repaus. O formă asemănătoare are arcul de contact pentru un detector cu cristal reprezentat în fig. 7.2.33. Cu ajutorul șurubului de reglaj se poate regla încovoierea arcului și deci presiunea de contact.

Dacă lungimea efectivă a unui arc lamelar este mărită prin ștanțarea din tablă în forma unei spirale (arc melc), ca de exemplu pentru un întrerupător cu buton (fig. 7.2.34), se obține un arc solicitat și la răsucire.

Dacă la un arc încastrat la ambele capete se urmărește mărirea săgeții față de construcția întinsă, arcul poate fi curbat ca în fig. 7.2.35 (arc potcoavă). O asemenea execuție, care servește, de exemplu, pentru fixarea elastică a benzii de suspendare la un galvanometru, prezintă, față de execuția cu fixarea la unul din capetele arcului, avantajul că partea centrală a arcului care poartă știftul de suspendare se deplasează paralel la încovoiere, așa încît știftul de suspendare este ghidat riguros axial.

Arcurile lamelare se execută frecvent și ca arcuri cu efect dublu (la ambele capete). Arcul este fixat într-un mod corespunzător la mijloc și este încărcat la ambele capete (fig. 7.2.3). Aici arcul nu este fixat rigid în partea sa de mijloc, ci este numai ținut datorită curburii și poziției sale. Asemenea soluții prezintă avantajul că repartizarea uniformă a presiunii arcului pe ambele capete este mai bine asigurată decît în cazul unei fixări a mijlocului

arcului prin şuruburi, nituri etc. În afară de aceasta se economiseşte astfel mult spaţiu.

În această categorie intră şi cele mai multe şaibe elastice, mai ales de forma şaibei elastice curbate, arătată în fig. 7.2.36, care reprezintă o şaibă rotundă din tablă, prevăzută cu o gaură de trecere pentru un şurub etc. şi care este curbată după un cilindru. Dacă diametrul găurii devine relativ mare, aşa încît să se poată considera un inel elastic, este recomandabil

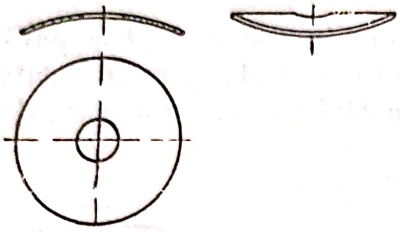


Fig. 7.2.36.
Şaibă elastică curbată

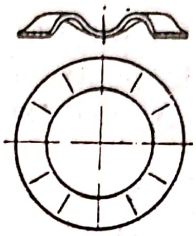


Fig. 7.2.37.
Inel elastic

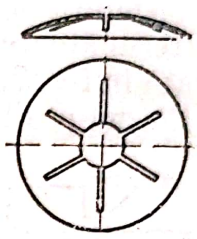


Fig. 7.2.38.
Arc clopot

să se aplice mai multe curburi, repartizate uniform pe contur (fig. 7.2.37). Şaibele elastice în formă de clopot şi cu crestături radiale (fig. 7.2.38), nu prezintă nici un avantaj remarcabil faţă de şaibele elastice curbate şi nu se folosesc de aceea decît în cazuri excepţionale.

7.2.5.4. Arcuri curbate cu secţiune rotundă

La arcurile de încovoiere curbate, secţiunea dreptunghiulară se înlocuieşte relativ rar printr-una rotundă, deoarece mobilitatea în toate direcţiile a sîrmei elastice nu este, în general, dorită. În afară de aceasta, fixarea unui arc din sîrmă este de obicei mai puţin simplă decît la un arc lamelar. De aceea se folosesc arcuri curbate din sîrmă numai atunci cînd sînt necesare arcuri cu efect dublu şi care pot fi fixate relativ simplu, de exemplu, prin îndoirea la mijloc în jurul tijei unui şurub (fig. 4.3.18) pentru un arc de blocare la un ceasornic de buzunar. Abaterea laterală (v. şi fig. 4.3.21), care este posibilă la un asemenea arc din sîrmă, trebuie împiedicată în toate direcţiile, printr-o execuţie corespunzătoare a pieselor care înconjoară arcul.

În general, arcurile curbate din sîrmă sînt astfel solicitate, încît sîrma are tendinţa să se îndrepte (arc de compresiune); mai rar se întîlneşte execuţia sub forma arcurilor de tracţiune.

Tot arcuri curbate din sîrmă sînt şi inelele elastice (Grower).

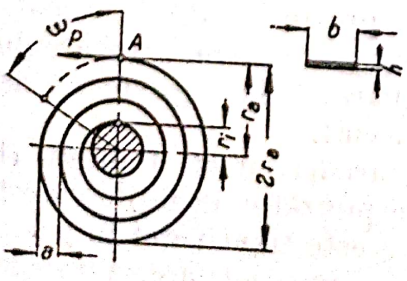


Fig. 7.2.39.
Solicitările unui arc spiral

7.2.5.5. Arcuri răsucite cu secţiune dreptunghiulară

Dacă printr-un arc trebuie transmis un moment de torsiune asupra unui arbore, este recomandabil să se folosească un arc din bandă răsucită în formă de spirală (arc spirală), care se fixează cu capătul interior de arbore (fig. 7.2.39).

Dacă apoi capătul exterior A se mișcă cu unghiul ω concentric față de axă, este necesară în acest scop o forță P, care lucrează la brațul de pîrghie r_a. Deci asupra arborelui acționează un moment de torsiune $M = P\,r_a$ fiind indiferent dacă rotirea se face în sensul acelor de ceasornic sau invers, deci dacă arcul este înfășurat sau desfășurat. Dacă capătul exterior A nu este încastrat rigid, ci este fixat articulat atunci $M = P \cdot 2\,r_a$.

Pentru calcul sînt valabile următoarele formule:

$$M = \frac{b\,h^2}{6}\,\sigma'_{adm}; \tag{10}$$

$$f = r_a\,\omega = 12\,\frac{l\,r_a^2\,P}{b\,h^3\,E} = 2\,\frac{l\,r_a\,\sigma'_{adm}}{h\,E}, \tag{11}$$

în care f este răsucirea capătului exterior A al arcului;

l — lungimea desfășurată a benzii de arc;

ω — unghiul de rotire.

Semnificația celorlalte notații este dată în cap. 7.2.5.1.

În cele ce urmează se va arăta cu ajutorul cîtorva exemple cum se calculează pe baza acestor formule arcurile spirale cu secțiune dreptunghiulară.

Exemplul 1. Pentru un aparat de măsurat electric trebuie calculat un arc spiral din tablă de bronz fosforos. Mărimea care trebuie măsurată produce, la o abatere cu 90° a arătătorului, un moment de torsiune de 12 gf · mm. Cît de mari sînt grosimea, lățimea și lungimea arcului, distanța dintre spire și numărul spirelor?

Ținînd seama de evitarea cu siguranță a unui efect elastic ulterior se alege $\sigma'_{adm} = 3$ kgf/mm² (tabela 7.2.1). Se alege $l = 400$ mm.

Conform ecuației (11) se obține

$$h = \frac{2\,l\,\sigma'_{adm}}{\omega\,E} = \frac{2 \cdot 400 \cdot 3}{\frac{\pi}{2}\,11 \cdot 10^3} \approx 0{,}15 \text{ mm},$$

și conform ecuației (10)

$$b = \frac{6\,M}{h^2\,\sigma'_{adm}} = \frac{6 \cdot 0{,}012}{0{,}15^2 \cdot 3} \approx 1 \text{ mm}.$$

(Dacă b rezultă prea mare, trebuie mărită lungimea l).

Raza spirei exterioare se va alege $r_a = 11{,}5$ mm, iar cea a spirei interioare $r_i = 2{,}5$ mm. Numărul de spire este atunci

$$n = \frac{l}{\pi\,(r_a + r_i)} = \frac{400}{\pi\,(11{,}5 + 2{,}5)} \approx 9{,}1,$$

iar distanța dintre spire

$$a = \frac{\pi\,(r_a^2 - r_i^2)}{l} = \frac{\pi\,(11{,}5^2 - 2{,}5^2)}{400} \approx 1 \text{ mm}.$$

Exemplul 2. Să se calculeze arcul motor pentru antrenarea benzii de hîrtie a unui aparat de măsurat înregistrator. Arcul trebuie să fie montat într-o cutie de arc, care poartă pe contur o danturare cu raza cercului primitiv $r_1 = 38$ mm. O cruce de Malta (v. cap. 8.7.2) admite $n = 7$ rotații ale cutiei de arc. Cutia de arc are un diametru

exterior $D_h = 66$ mm. Turația n, precum și diametrul D_h, respectiv raza cercului primitiv r_1, au fost determinate din durata de mers cerută și din transmisia mecanismului de acționare. Arcul motor, cutia arcului și crucea de Malta trebuie să fie amplasate așa cum se arată în fig. 8.7.25.

Se cer: D_h — diametrul arborelui arcului; B — lățimea cutiei arcului; b — lățimea arcului; h — grosimea arcului; l — lungimea desfășurată a arcului; P_{max} — forța periferică la coroana dințată cînd arcul este strîns; P_{min} — forța periferică la coroana dințată după 7 rotiri.

Din practică au rezultat ca dimensiuni favorabile

$$\text{arborele arcului } D_h = \frac{D_h}{3} = \frac{66}{3} = 22 \text{ mm}$$

$$\text{și grosimea arcului } h = \frac{D_h}{70 \ldots 120} = \frac{66}{70 \ldots 120} = 0{,}95 \ldots 0{,}55 \text{ mm}.$$

Se alege $h = 0{,}6$ mm.

Turația maximă posibilă se realizează de către un arc atunci cînd ocupă jumătate din volumul liber al cutiei de arc (adică volumul total al cutiei arcului, micșorat cu volumul arborelui arcului). Din fig. 7.2.40 rezultă că diametrul spirei exterioare a arcului strîns este egală cu diametrul spirei interioare a arcului destins

$$d = \sqrt{\frac{D_h^2 + D_k^2}{2}} = \sqrt{\frac{66^2 + 22^2}{2}} = 49{,}2 \text{ mm}.$$

Rezultă că numărul de spire n_1 și n_2 ale arcului destins, respectiv strîns, este

$$n_1 = \frac{D_h - d}{2h} = \frac{66 - 49{,}2}{2 \cdot 0{,}6} = 14,$$

$$n_2 = \frac{d - D_k}{2h} = \frac{49{,}2 - 22}{2 \cdot 0{,}6} = 22{,}7.$$

Deci numărul maxim de învîrtituri ale arcului montat este

$$n = n_2 - n_1 = 22{,}7 - 14 = 8{,}7.$$

Se cer însă numai 7 învîrtituri ale cutiei arcului. Dacă nu ar exista o poziționare (crucea de Malta), arcul ar trebui scurtat cu o lungime care corespunde celor 1,7 învîrtituri în plus. În cazul de față, crucea de Malta este astfel concepută, încît arcul nu poate fi înfășurat, cum s-a calculat, pînă la $n_2 = 22{,}7$, ci numai pînă la $n_2' = 22$ spire și destinderea nu este permisă pînă la $n_1 = 14$, ci numai pînă la $n_1 = 15$ spire.

Dacă arcul este considerat în stare destinsă, lungimea desfășurată l a arcului se calculează cu relația

$$l = n_1 \cdot \pi \frac{D_h + d}{2} = 14\ \pi \frac{66 + 49{,}2}{2} = 2\,535 \text{ mm}.$$

Se mai adaugă o lungime suplimentară pentru fixarea capetelor arcului.

Momentul de torsiune rezultă din ecuația

$$M = P \cdot r_1 = \frac{E b h^3}{12 l} 2 \pi n_3,$$

în care P este forța care acționează asupra coroanei dințate;

r_1 — raza cercului primitiv al coroanei dințate, egală cu 38 mm;

n_3 — diferența dintre numărul de spire ale arcului strîns în starea, considerată în cazul respectiv, de exemplu, dintre arcul complet strîns cu n_2' spire, și numărul de spire ale arcului destins cu n_0 spire (liber, scos din cutia de arc).

Diferența de spire n_3 nu se poate determina în general lăsînd arcul să se destindă liber pînă la starea complet netensionată, deoarece arcurile sînt de obicei astfel înfășurate de la fabricație, încît să poată fi ușor introduse în cutie. De aceea numărul de spire n_0 ale arcului destins se calculează ca fiind cu 2 pînă la 3 spire mai mic decît numărul de spire n_1 al arcului introdus în cutie:

$$n_0 = n_1 - (2...3) = 14 - (2...3) = 11...12.$$

Se alege $n_0 = 11$ spire. Atunci rezultă diferența de spire n_3 la arcul complet strîns ca fiind

$$n_{3\,max} = n_2' - n_0 = 22 - 11 = 11 \text{ spire},$$

iar la arcul destins

$$n_{3\,min} = n_1' - n_0 = 15 - 11 = 4 \text{ spire}.$$

Lățimea arcului se va alege $b = 30$ mm. Modulul de elasticitate al benzii de oțel de arc este $E = 20\,000$ kgf/mm^2. Momentul maxim de torsiune al arcului înfășurat va fi

$$M_{max} = \frac{E\,b\,h^3}{12\,l}\,2\,\pi\,n_{3\,max} = \frac{20\,000 \cdot 30 \cdot 0{,}6^3}{12 \cdot 2\,535}\,2\,\pi \cdot 11 \approx 295 \text{ kgf/mm}.$$

Rezultă forța periferică maximă

$$P_{max} = \frac{M_{max}}{r_1} = \frac{295}{38} \approx 7{,}8 \text{ kgf},$$

momentul de torsiune minim

$$M_{min} = \frac{E\,B\,h^3}{12\,l}\,2\,\pi\,n_{3\,min} = \frac{20\,000 \cdot 30 \cdot 0{,}6^3}{12 \cdot 2\,535}\,2\,\pi \cdot 4 = 107 \text{ kgf} \cdot \text{mm}$$

și forța periferică minimă

$$P_{min} = \frac{M_{min}}{r_1} = \frac{107}{38} \approx 2{,}82 \text{ kgf}.$$

Din forțele P_{max} și P_{min} se pierd 10 pînă la 30% prin frecarea spirelor arcului între ele și cu peretele cutiei.

Pierderile prin frecare se presupun că sînt de 20%; în consecință forțele periferice efective devin

$$P'_{max} = 7{,}8 \cdot 0{,}8 = 6{,}25 \text{ kgf};$$

$$P'_{min} = 2{,}82 \cdot 0{,}8 = 2{,}25 \text{ kgf}.$$

Dacă forța periferică P_{min} este insuficientă pentru acționare, va trebui să se aleagă o lățime mai mare a arcului.

Lățimea interioară a cutiei arcului se poate alege $B = 31$ mm.

Arcurile ca cel reprezentat în fig. 7.2.39, care trebuie să oscileze în ambele direcții în jurul unei anumite poziții de repaus (de exemplu, poziția de zero a arătătorului), cum sînt și arcurile pentru balansierul ceasurilor (cap. 9.2.2) sau arcul spiral pentru un aparat electric de măsurat, tratat în primul exemplu, trebuie să fie bineînțeles înfășurate astfel, încît spirele individuale ale spiralei să nu se atingă. În acest scop, după înfășurarea într-o formă adecvată, banda trebuie să fie supusă unui tratament de revenire, pînă cînd arcul, la scoaterea din formă, nu se mai desface brusc.

Alta este situația la arcurile spirale care servesc drept arcuri motoare sau de tracțiune la ceasornice, aparate muzicale mecanice, aparate de

măsurat înregistratoare etc., deoarece, cu toată lungimea lor considerabilă, ele trebuie așezate într-un spațiu relativ redus și deci trebuie înfășurate, cum se vede în fig. 7.2.40, fără intervale între spire. Transmiterea forței asupra arborilor mecanismului se face atunci ca în fig. 7.2.41 și 7.2.42. La execuția arătată în fig. 7.2.41, arborele arcului se mișcă la strîngerea și la destinderea arcului. Strîngerea și destinderea au sensuri de rotație opuse. Aceasta prezintă însă dezavantajul că mecanismul de mers se oprește în timpul întoarcerii arcului. Capătul exterior al arcului este fixat de o piesă imobilă. Dimpotrivă, la construcția reprezentată în fig. 7.2.42, care

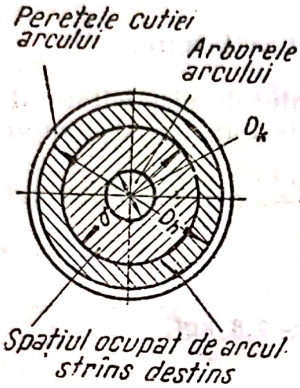


Fig. 7.2.40.

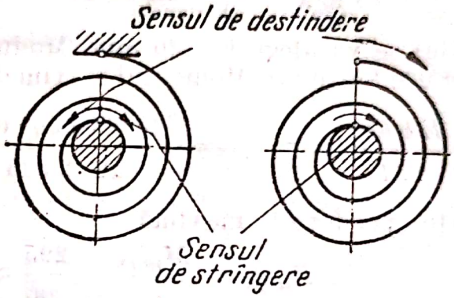


Fig. 7.2.41.

Fig. 7.2.42.

Arcuri motoare

este adoptată la toate ceasurile mai bune, aparatele telegrafice Morse, aparatele înregistratoare etc. arborele arcului se mișcă numai la întoarcere. Capătul exterior al arcului este legat de un mijloc de acționare (tambur de arc cu coroană dințată). Strîngerea și destinderea se fac în același sens de rotire, așa încît mersul mecanismului nu este întrerupt la strîngerea arcului.

Arcurile se montează de obicei la bucșe sau tambure, fixe sau mobile (cutie de arc sau tambur de arc). Cutia fixă de arc se folosește la construcții ca cea arătată în fig. 7.2.41, cea mobilă, la construcții ca cea arătată în fig. 7.2.42.

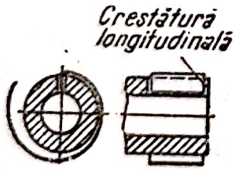


Fig. 7.2.43.

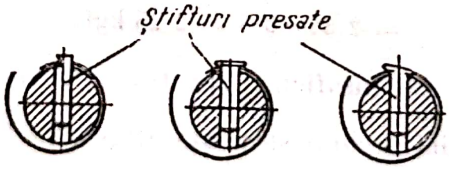


Fig. 7.2.44. Fig. 7.2.45.

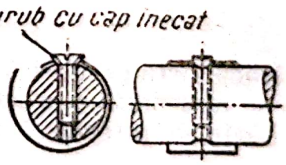


Fig. 7.2.46. Fig. 7.2.47.

Fixarea capătului interior al arcului la arcurile motoare

Capătul interior al arcului poate fi fixat prin îndoirea pe o mică lungime și împingerea acestui capăt îndoit într-o crestătură a arborelui arcului sau a arborelui principal (fig. 7.2.43). În general, se preferă însă, pentru mai multă siguranță, să se găurească capătul arcului, pentru a putea fi agățat de un știft presat în arbore.

În fig. 7.2.44—7.2.46 se arată cîteva din cele mai uzuale forme ale unor asemenea „știfturi pentru agățarea arcului. La construcția reprezentată

în fig. 7.2.47 este prevăzut pentru același scop un șurub cu cap înecat, ale cărui laturi sînt teșite.

Capătul exterior al arcului se găurește de obicei și se prinde de un știft de formă asemănătoare, care se fixează prin nituire de peretele cutiei arcului. La o grosime relativ mică a peretelui cutiei arcului, știftul poate fi înlocuit printr-o ureche crestată în perete (fig. 7.2.48). Arcurile înguste și subțiri sînt introduse de multe ori cu capătul îndoit într-o crestătură a cutiei (fig. 7.2.49). Trebuie însă observat într-un asemenea caz că, prin cres-

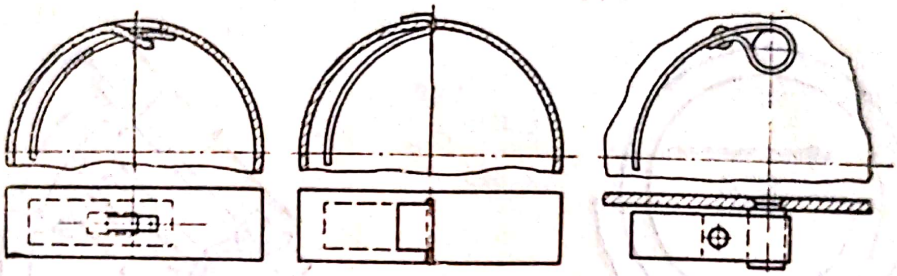


Fig. 7.2.48. Fig. 7.2.49. Fig. 7.2.50.

Fixarea capătului exterior al arcului la arcurile motoare

tătură, poate pătrunde praf, murdărie etc. în cutie. Dacă nu este necesară o cutie specială pentru arc, capătul exterior al acestuia se fixează articulat pe un bolț nituit într-o placă de lagăr sau pe o altă piesă asemănătoare (fig. 7.2.50).

La fixarea arcurilor de balansier pentru mecanismele de ceasornic trebuie avut în vedere că lungimea arcului trebuie să fie reglabilă în mod cît mai simplu, pentru a putea regla mersul între anumite limite. Capătul exterior se fixează, de obicei, prin presarea unui știft conic (fig. 7.2.51).

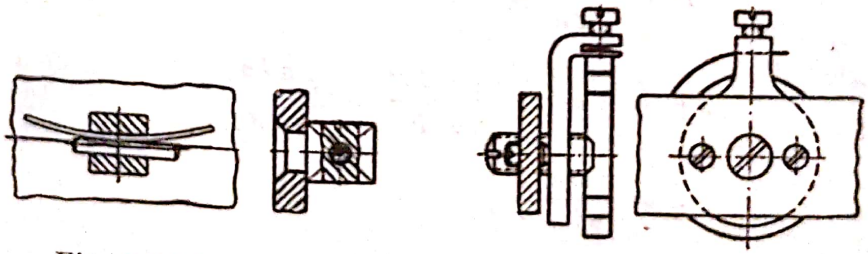


Fig. 7.2.51. Fig. 7.2.52.

Fixarea capătului exterior al arcului la arcurile spirale care oscilează liber

Arcurile de orientare ale aparatelor de măsurat electrice se fixează prin lipire la ambele capete, mai ales atunci cînd trebuie să servească pentru trecerea curentului, iar prin șuruburi (fig. 7.2.52), numai cînd sînt dimensiuni ceva mai mari sau dacă pentru etalonarea instrumentului lungimea arcului trebuie să fie reglabilă. În acest caz, arcul poate fi trecut printre bacuri elastice și apoi fixat prin lipire după reglarea corectă a lungimii.

Scanned with OKEN Scanner

7.2.5.6. Arcuri înfășurate cu secțiune rotundă

Arcurile spirale executate din sîrmă nu sînt recomandabile ca arcuri motoare. Ele se folosesc însă ca generator de sunete, sub formă de arc sonor, la ceasurile cu mecanism de bătaie a orelor. Cum se vede din fig. 7.2.53, este vorba de o sîrmă fixată numai la un capăt și care este lovită în apropierea locului de încastrare.

În loc de a înfășura sîrma în formă de spirală, ea poate fi înfășurată și elicoidal pe un dorn cilindric. La execuția ca șurub elicoidal, sîrma este

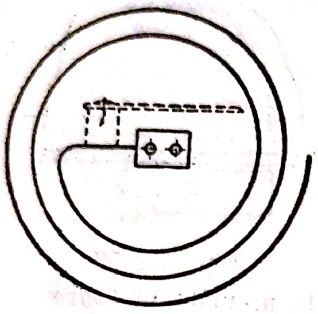


Fig. 7.2.53.
Arc sonor pentru mecanismul de bătaie a orelor la un ceasornic

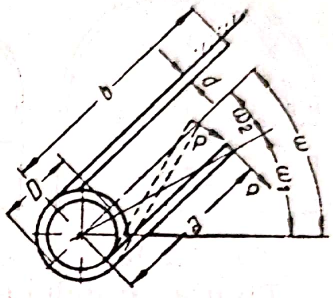


Fig. 7.2.54.
Solicitarea unui arc elicoidal

solicitată tot la încovoiere ca și la arcul spiral, dacă cele două capete ale sîrmei sînt răsucite unul înspre celălalt în jurul axei dornului de înfășurare. Arcurile elicoidale astfel solicitate se denumesc de aceea adeseori arcuri de rotire.

Pentru calculul arcurilor de rotire sînt valabile următoarele formule (fig. 7.2.54):

$$P = \frac{\pi d^3}{32\, a}\, \sigma'_{adm}; \tag{12}$$

$$f = a\,\omega = \frac{64\, a^2\, l\, P}{\pi\, d^4\, E} = 2\,\frac{a\, l\, \sigma'_{adm}}{d\, E}; \tag{13}$$

$$l = \frac{\pi\, \omega\, d^4\, E}{64\, a\, P}; \tag{14}$$

$$n = \frac{l - a - b}{D\,\pi}. \tag{15}$$

în care a este capătul care arcuiește al sîrmei;
b — capătul care arcuiește al sîrmei;
ω, ω_1, ω_2 sînt unghiurile de răsucire;
d este diametrul sîrmei;
D — diametrul mediu al arcului;
l — lungimea desfășurată a arcului;
n — numărul spirelor.

Scanned with OKEN Scanner

Exemplu. Arcul de rotire pentru mișcarea pîrghiei arătate în fig. 7.2.55 trebuie calculat. Materialul arcului este sîrmă de oțel de arc, fără tratament de revenire. Din tabela 7.2.1 rezultă pentru cazul II o rezistență admisibilă de 75 kgf/mm². Deoarece însă este un arc îndoit, această valoare trebuie multiplicată cu factorul $C_1 = 0{,}7$, cu condiția ca raza minimă de îndoire să fie $r > 1{,}5\,d$, așa încît rezultă $\sigma'_{adm} = 0{,}7 \cdot 75 = 52{,}6$ kgf/mm². Deoarece însă în cazul de față se tinde spre folosirea intensivă, se va alege $\sigma'_{adm} = 30$ kgf/mm².

Se dau: $P = 0{,}2$ kgf; $P_1 = 0{,}155$ kgf; ω_2 (cursa de lucru) $= 10°$; $D = 6$ mm; $a = 9$ mm; $b = 12$ mm; $\sigma'_{adm} = 30$ kgf/mm²; $E = 20 \cdot 10^3$ kgf/mm².

Se cer: ω, ω_1, d și n.

Se calculează $\omega_2 = \dfrac{10\,\pi}{180} = 0{,}174$

$$\text{și } \omega = \omega_2 \frac{P}{P - P_1} = 0{,}174 \frac{0{,}2}{0{,}045} = 0{,}78 \text{ corespunzînd la } 45°.$$

$$\omega_1 = \omega - \omega_2 = 45° - 10° = 35°.$$

Conform ecuațiilor (12), (14) și (15) se obține

$$d = \sqrt[3]{\frac{P \cdot 32 \cdot a}{\pi\,\sigma'_{adm}}} = \sqrt[3]{\frac{0{,}2 \cdot 32 \cdot 9}{\pi \cdot 30}} \approx 0{,}85 \text{ mm},$$

$$l = \frac{\pi}{64}\, 20 \cdot 10^3\, \frac{0{,}85^4 \cdot 0{,}78}{0{,}2 \cdot 9} \approx 210 \text{ mm},$$

$$n = \frac{210 - 9 - 12 + 6}{6\,\pi} \approx 10{,}5 \text{ spire}.$$

Pentru a ghida în mod sigur arcurile elicoidale la răsucirea în sensuri opuse a celor două capete ale arcului, este recomandabil ca aceste arcuri să fie astfel amplasate, încît spirele să se poată roti liber în jurul unui miez cilindric, care servește de obicei în același timp și ca fus imobil pentru rotirea piesei care stă sub influența capătului liber al arcului.

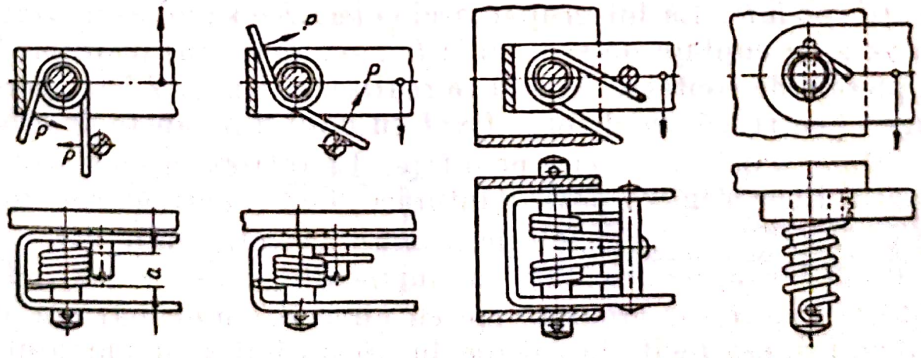


Fig. 7.2.55. Fig. 7.2.56. Fig. 7.2.57. Fig. 7.2.58.

Amplasarea capetelor sîrmei la arcurile de rotire

Doarece asemenea arcuri se folosesc în general cu o pretensionare relativ puternică, nu este de obicei necesară legarea rigidă a capetelor cu piesele respective; ajunge mai curînd dacă aceste capete se așază cu asigurare prin

Scanned with OKEN Scanner

forță pe un știft al piesei fixe, respectiv pe o muchie a piesei mobile (fig. 7.2.55). Atunci este recomandabil ca montajul să fie astfel conceput, încît cele două capete libere ale arcului să se așeze cît mai paralel posibil între ele (fig. 7.2.55), deoarece la cazul arătat în fig. 7.2.56 se exercită asupra fusului de lagăr o forță mult mai puternică de către forțele de presiune care acționează asupra capetelor arcului. În orice caz, chiar și la execuția arătată în fig. 7.2.55, fusul lagărului este solicitat la încovoiere de cuplul de forțe *Pa*. Mai favorabilă este construcția cu arc dublu arătată în fig. 7.2.57, care se va folosi din această cauză mai ales la o distanță axială *a* relativ mare între capetele arcului.

La construcția reprezentată în fig. 7.2.58, capetele sîrmei sînt îndoite și un capăt este introdus într-o gaură a pîrghiei, iar celălalt este înfășurat în jurul unui știft conic presat în bolț.

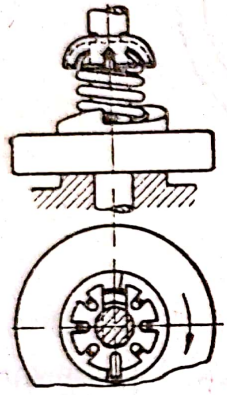


Fig. 7.2.59. Cuplaj elastic de sens unic (cu roată liberă)

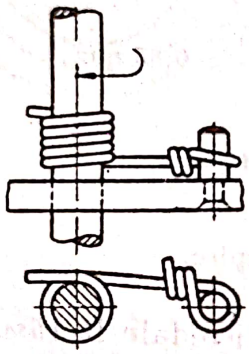


Fig. 7.2.60. Blocaj prin înțepenire cu arc răsucit

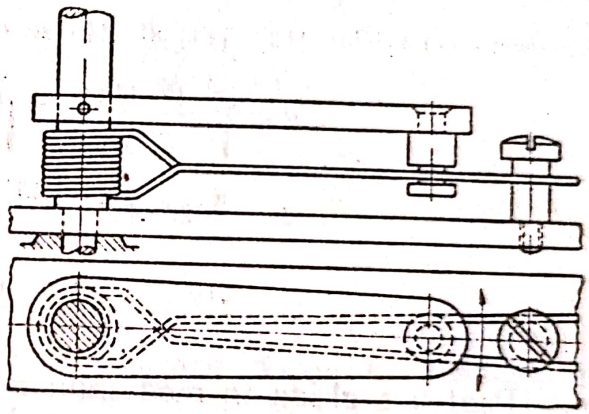


Fig. 7.2.61. Arc de rotire cu efect bilateral

Execuții speciale. La întrerupătoarele electrice se folosesc frecvent arcurile elicoidale cu cuplaje de sens unic (cu roată liberă) (cap. 5.3.2.3) între arbore și piesele de contact. Atunci se realizează (fig. 7.2.59) „mersul în gol spre stînga" pentru că arcul conic fixat cu unul din capete de arbore atacă cu capătul liber o dantură teșită pe o față. La rotirea în sens invers a arborelui, capătul liber alunecă peste danturare, fără a antrena rola de contact.

În fig. 7.2.60 se arată folosirea unui arc elicoidal, care încolăcește arborele, drept blocaj de orientare cu înțepenire (cap. 4.3.2). Diametrul interior de înfășurare al arcului este cu circa 0,3 mm mai mic decît diametrul arborelui, așa încît, la rotirea în sensul înfășurării arcului, arborele este blocat prin frecare; în celălalt sens de rotire se poate însă mișca liber. Construcții asemănătoare se întîlnesc și la cuplajele de alunecare (cap.5.3.2.1).

În fig. 7.2.61 se arată un arc de rotire de o formă originală la care capetele arcului, care se încrucișează în foarfece, sînt puternic pretensionate reciproc în sensul închiderii foarfecelui, așa încît capetele se așază cu asigurare prin forță din ambele părți pe un limitator realizat în forma unui șurub cu

tijă. Se obține astfel un arc, care ține pîrghia rotativă prevăzută cu un cep nituit pe ea într-o poziție de repaus anumită, din care poate fi abătută în ambele direcții.

7.2.6. Arcuri de răsucire

Arcurile de răsucire, adică arcurile care sînt solicitate la torsiune în timpul funcționării, se folosesc pe scară largă în formă de arcuri elicoidale, pentru exercitarea de forțe de tracțiune sau de compresiune. Ele se execută de obicei prin înfășurare din sîrmă de secțiune rotundă, totuși se întîlnesc destul de des și arcuri elicoidale cu secțiune dreptunghiulară. În mecanica fină se folosesc însă și arcuri de torsiune întinse, de exemplu ca benzi de suspendare pentru aparatele electrice de măsurat mai sensibile.

7.2.6.1. Arcuri întinse cu secțiune dreptunghiulară

Dacă o bară rotundă de lungime l și secțiunea dreptunghiulară bh (fig. 7.2.62) este solicitată la torsiune de un moment $M = p\,r$, sînt valabile următoarele ecuații:

$$M = P\,r = \frac{2}{9}\,b\,h^2\,\tau'_{adm}; \tag{16}$$

$$f = r\,\omega = 3{,}6\,r^2\,l\,\frac{(b^2+h^2)\,P}{b^3\,h^3\,G} = 0{,}8\,r\,l\,\frac{(b^2+h^2)\,\tau'_{adm}}{b^2\,h\,G}. \tag{17}$$

Dacă grosimea h a benzii este foarte mică față de lățime, h^2 poate fi neglijat față de b^2 și se obține relația simplificată

$$f = r\,\omega = 3{,}6\,\frac{r^2\,l\,P}{b\,h^3\,G} = 0{,}8\,\frac{r\,l\,\tau'_{adm}}{h\,G}, \tag{18}$$

în care τ'_{adm} reprezintă rezistența admisibilă a materialului, iar G modulul de elasticitate la forfecare (cap. 7.2.4).

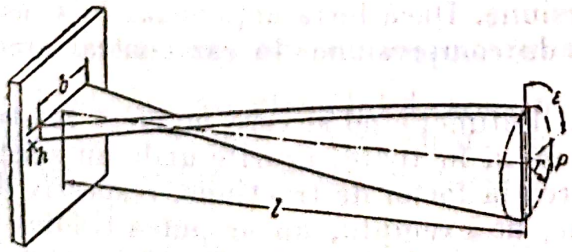


Fig. 7.2.62.
Solicitările la răsucirea unui arc din bandă întins

Fig. 7.2.63.
Cuplaj elastic cu arc din bandă

Arcurile de torsiune întinse de acest fel se folosesc numai în cazuri excepționale. Ca exemplu este reprezentat în fig. 7.2.63 un cuplaj elastic, la care o bucată de bandă de oțel de arc de lungime adecvată este introdusă în cape-

tele crestate corespunzătoare ale arborilor și este asigurată împotriva căderii printr-un manșon de protecție care îmbracă ansamblul. Tot aici se numără și benzile de suspendare pentru galvanometrele cu oglindă și alte aparate de măsurat sensibile asemănătoare. Suspendarea elastică a unei asemenea benzi este arătată în fig. 7.2.35, în care știftul de suspendare este frezat la capătul inferior pînă la mijlocul său, pentru ca astfel banda din bronz lipită pe el să fie amplasată centric.

La anumite instrumente electrice de măsurat, dispozitivul de măsurat, de exemplu o bobină rotativă, se atîrnă sus și jos de cîte o bandă, benzile fiind ținute întinse de un arc special. În cazul suspendării cu bandă întinsă, aparatul nu trebuie așezat riguros după nivela cu bulă de aer, ca la suspendarea unilaterală. Benzile răsucite se folosesc la aparatele de măsurat pentru transformarea unei mici deplasări într-o rotire unghiulară.

7.2.6.2. Arcuri întinse cu secțiune rotundă

Dacă în fig. 7.2.62 secțiunea dreptunghiulară se înlocuiește printr-una rotundă cu diametrul d, rezultă următoarele formule de calcul:

$$M = P\,r = \frac{\pi d^3 \tau'_{adm}}{16}; \tag{19}$$

$$f = r\,\omega = \frac{32\,r^2\,l\,P}{\pi\,d^4\,G} = 2\,\frac{r\,l\,\tau'_{adm}}{d\,G}. \tag{20}$$

Sîrmele întinse drept, solicitate la torsiune, se întîlnesc aproape numai ca sîrme de suspendare la diferite regulatoare cu balansier (v. cap. 9.2.2.1), la galvanometre etc. La aparatele de măsurat extrem de sensibile se folosesc fire de cuarț, care se chituiesc de știfturile de suspendare.

7.2.6.3. Arcuri elicoidale cu secțiune dreptunghiulară

Dacă un arc elicoidal cilindric este încărcat în direcția axială cu o forță, materialul arcului este solicitat la torsiune. Dacă forța acționează în sensul apropierii spirelor arcului, arcul este de compresiune, în caz contrar arcul este de tracțiune.

Aceste arcuri se folosesc în mod util atunci cînd se cere un efect relativ constant al forței la o cursă relativ mare și în toate cazurile unde nu există spațiul necesar pentru arc decît în direcția forței de tracțiune, respectiv de compresiune, așa încît un arc lamelar, de exemplu, nu ar putea fi folosit. Pretensionarea necesară se realizează în general la arcurile elicoidale printr-o săgeată preliminară corespunzătoare (fig.7.2.1). Arcurile de tracțiune se execută uneori direct cu pretensionare, așa încît în stare neîncărcată au deja o tensiune și spirele se așază una peste alta. Se obține astfel un efect de arcuire mai mare la o lungime constructivă relativ redusă. Este totuși greu să se mențină precis o asemenea pretensionare. Arcurile de compresiune trebuie înfășurate cu o oarecare distanță între spire, pentru ca la încărcare să existe suficient spațiu pentru mișcarea fiecărei spire.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru calculul arcurilor de compresiune și de tracțiune cu secțiune dreptunghiulară (fig. 7.2.64) sînt valabile următoarele formule:

$$P = \frac{4\, b^2\, h\, \tau'_{adm}}{9\, D}; \tag{21}$$

$$f = 0{,}9\ \pi\, n\, D^3\, \frac{(b^2 + h^2)\, P}{b^3\, h^3\, G} = 0{,}4\ \pi\, n\, D^2\, \frac{(b^2 + h^2)\, \tau'_{adm}}{b\, h^2\, G}. \tag{22}$$

Pentru simplificarea execuției, arcurile cilindrice elicoidale se înfășoară aproape exclusiv din sîrmă de secțiune rotundă iar din sîrmă pătrată mai ales atunci cînd se cere un arc de compresiune care să poată fi com-

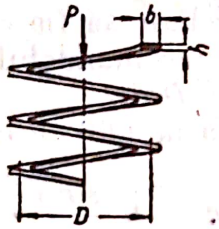


Fig. 7.2.64.
Arc elicoidal din sîrmă cu secțiune dreptunghiulară.

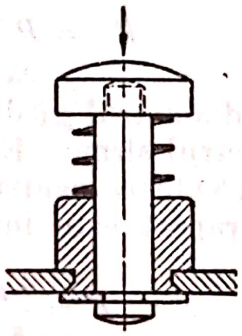


Fig. 7.2.65.
Arc elicoidal din sîrmă lată pentru o clapetă de comandă

primat atît, încît spirele arcului să se așeze una peste alta și astfel să formeze un limitator rigid. La un arc din sîrmă rotundă, spirele individuale nu s-ar așeza una peste alta cu suficientă siguranță. Din acest motiv se înfășoară, de exemplu, arcul elicoidal al clapetei de comandă (fig. 7.2.65) din sîrmă de bronz laminată plat și așezată cu lățimea secțiunii perpendicular pe axa arcului. Se obține astfel o micșorare a înălțimii constructive, în comparație cu sîrma rotundă. O situație asemănătoare se întîlnește la inele de siguranță folosite ca asigurare a șuruburilor.

7.2.6.4. Arcuri elicoidale cu secțiune rotundă

Pentru un arc elicoidal de tracțiune sau de compresiune de formă cilindrică, avînd n spire active cu un diametru mediu D al spirelor sînt valabile următoarele formule de calcul:

$$P = \frac{\pi\, d^3}{8\, D}\, \tau'_{adm}; \tag{23}$$

$$f = 8\, n\, \frac{D^3\, P}{d^4\, G} = \pi\, n\, \frac{D^2\, \tau'_{adm}}{d\, G}; \tag{24}$$

$$n = \frac{d^4\, G\, f}{8\, D^3\, P}. \tag{25}$$

Pentru un arc cu săgeată inițială, se consideră și următoarele relații (fig. 7.2.1 și 7.2.2):

$$f = f_1 + f_2; \tag{26}$$

$$f_1 = f_2 \frac{P_1}{P - P_1}; \quad f = f_2 \frac{P}{P - P_1}. \tag{27}$$

Dacă arcul (ca arc de tracțiune) mai este și înfășurat direct, cu o pretensionare P_v, iar săgeata inițială care ar corespunde acestei pretensionări (săgeata imaginară) este f_0, atunci

$$f = f_0 + f_1 + f_2,$$

și

$$P_v = P = \frac{f_0}{f} = P \frac{f - (f_1 + f_2)}{f}. \tag{28}$$

În general, diametrul mediu al spirei trebuie să fie cel puțin egal cu de șase ori diametrul sîrmei. Este în general recomandabil să se adopte la calcul o anumită valoare pentru raportul $x = D/d$.

Dacă acest raport este introdus în ecuația (23) se obține

$$P = \frac{\pi d^2}{8x} \tau'_{adm} \quad \text{sau} \quad d = \sqrt{\frac{8 P x}{\pi \tau'_{adm}}}. \tag{29}$$

Exemplu. Un arc de tracțiune trebuie să realizeze în poziție de repaus o forță de tracțiune $P_1 = 0{,}1$ kgf, iar după o săgeată de $f_2 = 6$ mm o tracțiune maximă $P = 0{,}2$ kgf. Cît de mare trebuie să fie săgeata inițială f_1 și grosimea d a sîrmei de oțel de arc care trebuie folosită?

Diametrul mediu D se ia egal cu $10\,d$. În acest caz se presupune că arcul cu încărcare variabilă este supus unei reveniri și că se cer dimensiuni cît mai mici. Rezultă din tabela 7.2.1 pentru cazul II o valoare, care mai trebuie însă multiplicată cu 0,7, deoarece este vorba de un arc elicoidal. Se obține astfel o rezistență admisibilă de $70 \cdot 0{,}7 = 49$ kgf/mm². Se va adopta $\tau'_{adm} = 40$ kgf/mm²·$G = 8000$ kgf/mm² conform tabelei 7.2.1.

Conform ecuației (29) se obține

$$d = \sqrt{\frac{8 P x}{\pi \tau'_{adm}}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 0{,}2 \cdot 10}{\pi \cdot 40}} \approx 0{,}36 \text{ mm};$$

și se adoptă diametrul de 0,4 mm.

Conform ecuațiilor (27), (26) și (25) se obține

$$f = f_2 \frac{P}{P - P_1} = 6 \frac{0{,}2}{0{,}2 - 0{,}1} = 12 \text{ mm},$$

$$f_1 = f - f_2 = 12 - 6 = 6 \text{ mm};$$

$$D = 10\,d = 10 \cdot 0{,}4 = 4{,}0 \text{ mm};$$

$$n = \frac{0{,}4^4 \cdot 8\,000}{8 \cdot 4^3 \cdot 0{,}2} 12 = 24 \text{ spire}.$$

Dacă pentru fixare este nevoie de o lungime de sîrmă de circa 30 mm, lungimea totală a sîrmei este

$$L = n D \pi + 30 = 24 \cdot 4 \pi + 30 = 332 \text{ mm}.$$

Scanned with OKEN Scanner

Destul de frecvent, arcurile de compresiune se execută în formă de arcuri elicoidale conice (fig. 7.2.66). Un asemenea arc conic are o stabilitate mai mare față de îndoirea laterală decît un arc elicoidal cilindric solicitat în același fel, și se folosește de aceea mai ales acolo unde arcul nu poate fi ghidat printr-un miez interior sau printr-o manta exterioară. Dacă un asemenea arc conic se înfășoară astfel încît $D_2 - D_1 > 2\,(n-1)\,d$, în care n este numărul spirelor, întregul arc poate fi comprimat pînă la grosimea sîrmei, ceea ce prezintă uneori un avantaj.

La baza calculului stau următoarele formule:

$$P = \frac{\pi d^3}{8 D_2}\,\tau'_{adm} \quad \text{respectiv} \quad d = \sqrt{\frac{8 P x}{\pi \tau'_{adm}}} \tag{30}$$

și dacă $x = D_2/d$,

$$f = 2\,n\,\frac{D_2 P}{d^4 G} = \frac{\pi}{4}\,n\,\frac{D_2\,\tau'_{adm}}{d G}; \tag{31}$$

$$n = \frac{4 f d G}{\pi D_2 \tau'_{adm}}, \tag{32}$$

iar lungimea desfășurată este

$$l = n \pi \frac{D_1 + D_2}{2}.$$

Deoarece dimensiunile arcurilor elicoidale rezultă în general din calcul, mai intră în considerație pentru realizarea formei numai soluția adoptată pentru capetele arcului.

La arcurile de compresiune situația este în această privință foarte simplă, deoarece acestea sînt ținute de obicei în poziție, cum s-a mai

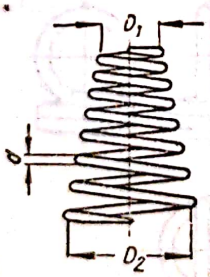


Fig. 7.2.66. Arc conic

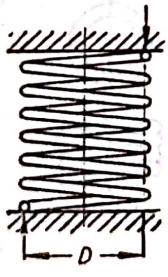


Fig. 7.2.67.

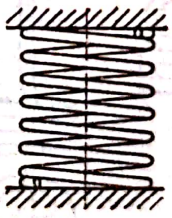


Fig. 7.2.68.

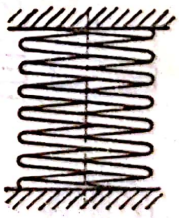


Fig. 7.2.69.

Capetele arcurilor cilindrice de compresiune

arătat, prin elemente constructive corespunzătoare. În general, mai ales la sîrme relativ subțiri, capetele arcului nu mai trebuie prelucrate special. Trebuie avut atunci în vedere că presiunile P exercitate de capetele arcului nu acționează vertical (fig. 7.2.67) și deci pot forma un cuplu M, care este în cazul cel mai defavorabil $M = P D$ și are deci tendința de a așeza înclinat arcul. Dacă acest lucru nu este admisibil, arcurile trebuie să fie înfășurate plan la capete (fig. 7.2.68) sau (la diametrele mai mari) capetele să fie polizate (fig. 7.2.69).

În fig. 7.2.70 se arată execuția unui arc elicoidal care servește drept amortizor de șocuri și în același timp ca îmbrăcăminte de protecție pentru șnurul unei fișe de contact. Arcul este fixat la unul din capete de gîtul fișei, iar la celălalt capăt de o bucșă care se poate deplasa liber pe șnur. Cînd se

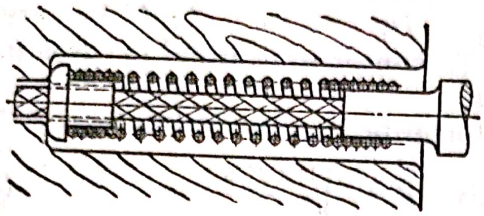


Fig. 7.2.70.
Arc elicoidal ca amortizor de șocuri

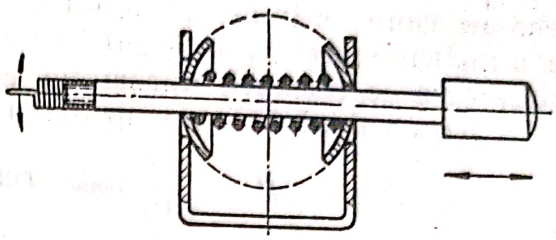


Fig. 7.2.71.
Arc elicoidal ca suport de lagăr

dă drumul fișei, greutatea care acționează asupra șnurului comprimă elastic arcul și astfel șocul este amortizat. La folosirea fișei (în telecomunicații), arcul reprezintă o protecție împotriva deteriorării șnurului prin îndoire prea puternică, mai ales în punctul de ieșire a șnurului din gîtul fișei. Pentru a asigura arcului de protecție o mai mare rigiditate, spirele de capăt sînt înfășurate cu un pas mic (fig. 7.2.70). În acest caz deci, arcul elicoidal este solicitat la încovoiere. Același caz se întîlnește la benzile elastice din sîrmă, înfășurate elicoidal, care se folosesc în locul șnururilor sau benzilor pentru transmiterea unei mișcări de rotație de la un arbore la alt arbore, așezat paralel față de primul.

Într-un sistem original, arcul elicoidal folosit la lagărul pentru reglarea unui detector cu cristal (fig. 7.2.71) servește atît ca arc de compresiune

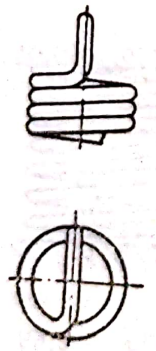


Fig. 7.2.72.

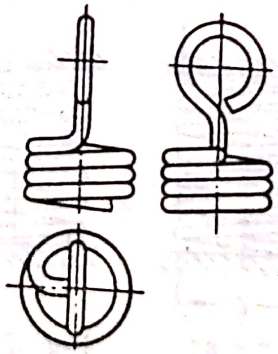


Fig. 7.2.73.

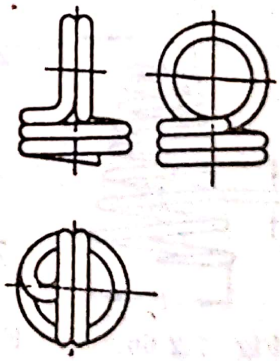


Fig. 7.2.74.

Execuția capetelor arcurilor de tracțiune

pentru apăsarea calotelor sferice în găurile suportului în formă de U, cît și pentru a exercita o presiune unilaterală asupra locurilor de ghidare ale știftului cilindric prin încovoierea laterală a spirelor arcului.

La arcurile de tracțiune trebuie ca forțele de tracțiune să fie aplicate în direcție axială. În acest scop, capetele arcului se îndoiesc de obicei în formă de ochiuri (fig. 7.2.72—7.2.74). Trebuie avut în vedere ca raza de îndoire să rămînă suficient de mare, pentru a exclude pericolul ruperii la

locul de îndoire. Ochiurile arcului se agaţă de obicei liber într-o gaură sau, ca în fig. 7.2.75, într-un cîrlig, respectiv se petrece un ştift prin ele (fig. 7.2.76). Dacă capătul arcului trebuie fixat de un perete aşezat perpendicular faţă de axa arcului, fixarea se poate face aşa cum se arată în fig. 7.2.77. Ochiul trebuie îndoit după trecerea capătului arcului prin gaură.

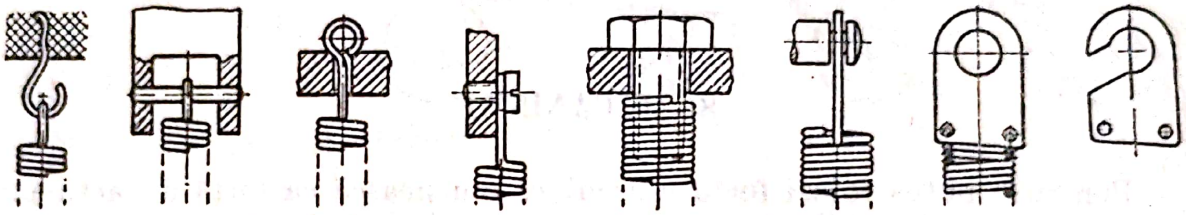


Fig. 7.2.75. Fig. 7.2.76. Fig. 7.2.77. Fig. 7.2.78. Fig. 7.2.79. Fig. 7.2.80. Fig. 7.2.81.

Fixarea capetelor arcurilor de tracţiune

Mai rar se fixează ochiul arcului prin înşurubare (fig. 7.2.78), deoarece în acest caz axa arcului nu se poate aşeza liber. Aceeaşi obiecţie este valabilă şi pentru construcţia arătată în fig. 7.2.79, în care un şurub este înşurubat în capătul înfăşurat strîns al arcului, ceea ce permite o reglare între anumite limite.

Deoarece, în general, ochiurile arcurilor trebuie îndoite cu mîna, ceea ce se poate face în multe cazuri de-abia la montarea arcului, se preferă de multe ori în fabricaţia de masă să se fixeze elementele de agăţare separat, mai ales decupate din tablă, fiind concepute astfel, încît să nu mai fie necesară o îndoire a capetelor arcului. Astfel, în fig. 7.2.80 şi 7.2.81 se arată o tablă executată în formă de ochi sau cîrlig deschis, cu două găuri aşezate înclinat, corespunzător cu pasul arcului, care servesc pentru a primi ultima spiră a arcului.

8. MECANISME

Pentru a putea folosi forța musculară omenească ca forță de acționare, sînt necesare mijloace de deservire (cap. 6) care sînt de obicei acționate cu mîna și transmit forța asupra pieselor care trebuie mișcate. La acționarea cu motor, mișcarea este de rotație și forța este transmisă prin arbori. Pentru a îmbina mai mulți arbori, îndeosebi pentru a închide sau a întrerupe după dorință circuitul de forță, sînt necesare cuplaje (cap. 5).

Pentru transformarea mișcărilor servesc mecanismele. Dacă este necesară transmiterea unei mișcări de rotație de la un arbore la un alt arbore,— una din aceste mișcări de rotație putîndu-se efectua oricum și cu o rază infinit de mare, așa încît trece la o mișcare rectilinie —, forța poate fi transmisă direct sau indirect, mai ales prin elemente de tracțiune, datorită frecării (transmisii de fricțiune) sau angrenării unor dinți (angrenaje). Pe de altă parte, transmiterea forței se poate face și direct printr-un element de tracțiune (transmisie prin element de tracțiune). Din transmisii fac parte și mecanismele cu pană și cele cu șurub, chiar dacă ele nu permit decît o transmitere limitată a mișcărilor. Mecanismele cu pîrghii și cele cu came sînt mecanisme de ordin superior care fac posibile transformările multilaterale ale mișcărilor și care se cunosc sub denumirea de mecanisme cu pîrghii. În sfîrșit sînt de menționat mecanismele de comandă pas cu pas și mecanismele de împiedicare, care servesc pentru transformarea unei mișcări uniforme într-o mișcare discontinuă.

8.1. TRANSMISII PRIN ELEMENTE DE TRACȚIUNE

Transmiterea forțelor de tracțiune prin elemente de tracțiune este recomandabilă atunci cînd distanțele sînt relativ mari și pot fi ușor învinse printr-o „tracțiune cu șnur". Este de menționat astfel acționarea de la distanță a clopotelor de semnalizare, a întrerupătoarelor electrice etc. Dacă în asemenea cazuri este necesară o schimbare de direcție a șnurului de tracțiune, ea se poate face cu ajutorul unor „role de conducere". În acest fel se poate transmite o mișcare rectilinie asupra unei a doua piese ghidate rectiliniu. Se poate transforma însă prin mijloace simple și o mișcare rectilinie într-o mișcare de rotație cu unghi de rotație limitat, și invers (fig. 8.1.1), sau să se transmită o mișcare de rotație cu unghi de rotație limitat de la un arbore la altul (fig. 8.1.2 și 8.1.3). Spre deosebire de transmisiile prin fricțiune cu element de tracțiune (cap. 8.2.9), elementul de tracțiune nu este o bandă fără sfîrșit, ci o bandă care este fixată la ambele capete de piesele care trebuie

cuplate împreună. În general, sînt necesare organe de întindere, pentru a ține elementul de tracțiune întins în toate cazurile.

Dacă construcția reprezentată în fig. 8.1.1 trebuie folosită pentru transformarea mișcării rectilinii a piesei ghidate B într-o mișare de rotație

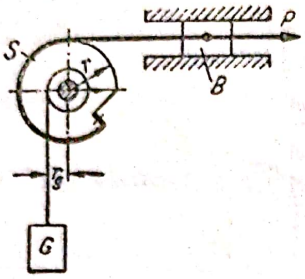


Fig. 8.1.1.

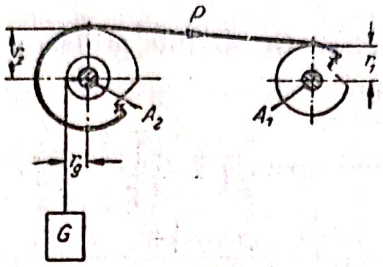


Fig. 8.1.2.

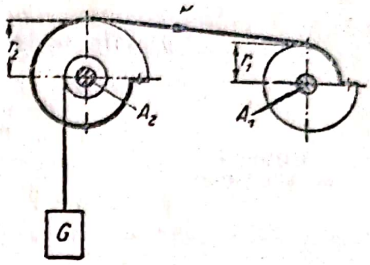


Fig. 8.1.3.

Reprezentarea schematică a transmisiilor prin mijloace de tracțiune

a discului S poate servi, de exemplu, drept organ de întindere o greutate G, care este aplicată prin intermediul unui al doilea element de tracțiune la o rolă cu diametrul r_g legată de șaiba S. Pentru mișcarea piesei B este atunci necesară o forță $P = G\, r_g / r$, în care r este raza discului S. O situație asemănătoare se întîlnește la transmisia unei mișcări de rotație de la arborele A_1 la arborele A_2 (fig. 8.1.2). Raportul de transmitere se calculează, ca și la o transmisie prin fricțiune cu element de tracțiune, din raportul razelor șaibelor r_1 și r_2 (cap. 8.2.9). Spre deosebire de transmisiile prin fricțiune cu element de tracțiune, raportul de transmitere poate fi realizat variabil, printr-o formă corespunzătoare a șaibelor (fig. 8.1.3).

8.1.1. Elemente de tracțiune

Se pot folosi aceleași elemente de tracțiune ca și la transmisiile prin fricțiune cu elemente de tracțiune (cap. 8.2.9), de exemplu sfori de bumbac și de cînepă. Pentru forțe mici de tracțiune se iau în considerație și șnururi de mătase sau chiar fire individuale de mătase etc. Cînd se cere însă ca elementul de tracțiune să se întindă cît mai puțin, el poate fi executat din metal. Se folosesc atunci mai ales benzi de oțel sau, dacă pericolul ruginirii trebuie neapărat evitat, benzi din bronz fosforos, mai rar cabluri din oțel sau lanțuri. În tabela 8.1.1. sînt concentrate valorile rezistenței diferitelor elemente de tracțiune, care se întîlnesc în domeniul mecanicii fine.

În fig. 8.1.4 se arată un lanț cu inele, care se execută din sîrmă de oțel sau, în cazul folosirii în încăperi umede, din sîrmă de alamă sau de bronz. Zalele lanțului sînt îndoite din sîrmă pe mașini automate, iar capetele sînt

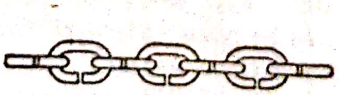


Fig. 8.1.4.
Lanț cu inele

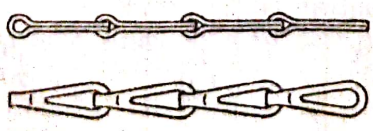


Fig. 8.1.5.
Lanț patent

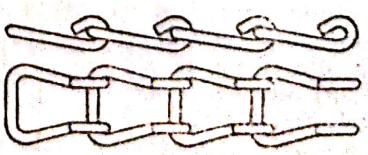


Fig. 8.1.6.
Lanț din zale-cîrlig

îmbinate prin lipire sau prin sudură. Pentru forțe mici de tracțiune (tabela 8.1.1), se pot folosi și lanțuri cu inelele deschise. De o mobilitate mai redusă decît a lanțurilor cu inele, dar destul de ușor de executat, sînt lanțurile din elemente ștantate (lanțurile patent) (fig. 8.1.5), care se folosesc de aceea

Tabela 8.1.1

Valorile rezistenței pentru diferite mijloace de tracțiune

Mijlocul de tracțiune	Dimensiunile[1], mm			Sarcina la rupere, kgf	Rezistența la rupere[2], kgf/mm²	Alungirea la rupere, %	Sarcina la 1% alungire, kgf	Observații
	d	δ	z					
Fir de mătase	—	0,03	1	0.0037	—	7—10	—	—
Șnur de mătase	0,7	—	1	5,8	—	27	—	Împletit cu gol la interior.
Șnur de bumbac	1,4	0,75	2	7,3	—	24	—	Două lițe răsucite
	2,2	1,1	2	14,7	—	23	—	Două lițe răsucite
Șnur de cînepă	3	1	6	93	—	12	—	Șnur din trei lițe a cîte două fire.
	4	1	12	140	—	11	—	Șnur din trei lițe a cîte patru fire.
Coardă din mațe	0,7	—	1	8,5	22	16	—	—
	1,2	—	1	26	22	20	—	—
	2	—	1	60	20	20	—	—
Șnur de piele	4	—	1	39	3,1	26	—	—
	5	—	1	76	3	20	—	—
	6	—	1	100	3,6	22	—	—
	8	—	3	135	3,7	20	—	Fișie de 3 mm grosime, 12 mm lățime
Cablu de sîrmă (din oțel moale)	2	0,335	20	260	150	10	—	Cablu din cinci toroane a patru sîrme
	3	0,335	42	600	160	—	—	Cablu din șase toroane a șapte sîrme cu inimă de cînepă
Lanț cu inele (din sîrmă de alamă) fig. 8.1.4.	—	1,2	—	9,3	—	34	3,7	—
Lanț patent (din tablă de alamă) fig. 8.1.5.	—	—	—	46	—	15	17	Grosimea tablei 0,5 mm
	—	—	—	93	—	16	17,5	Grosimea tablei 0,8 mm
Lanț din zale-cîrlig (din sîrmă de alamă) (din sîrmă de oțel) fig. 8.1.6.	—	1,4	—	28	—	19	10	—
	—	2,4	—	120	—	20	50	—

[1]) Semnificația notațiilor este: d — diametrul exterior al cablului, δ — diametrul sîrmelor, respectiv al firelor, z — numărul sîrmelor, firelor sau benzilor.
[2]) Raportat la diametrul exterior respectiv la dimensiunile exterioare.

frecvent ca lanțuri de tracțiune sau ca lanțuri purtătoare. Lanțurile patent, care reprezintă o trecere la lanțurile articulate, se execută de obicei din tablă de alamă cu grosimea de 0,5—0,8 mm. Lanțurile îndoite din sîrmă, ale căror zale sînt prinse una de alta prin îndoiturile în formă de cîrlig (fig. 8.1.6), se denumesc de obicei lanțuri cu zale-cîrlig. Deoarece, de obicei, ochiurile care servesc drept lagăr pentru partea dreaptă a zalei următoare sînt deschise, rezistența la tracțiune a unor asemenea lanțuri este relativ redusă, ceea ce rezultă din cifrele centralizate în tabela 8.1.1.

8.1.2. Folosirea elementelor de tracțiune

În fig. 8.1.7 se arată o transmisie prin element de tracțiune, pentru deplasarea indicatorului la un aparat de radiorecepție. În acest scop, arbo-

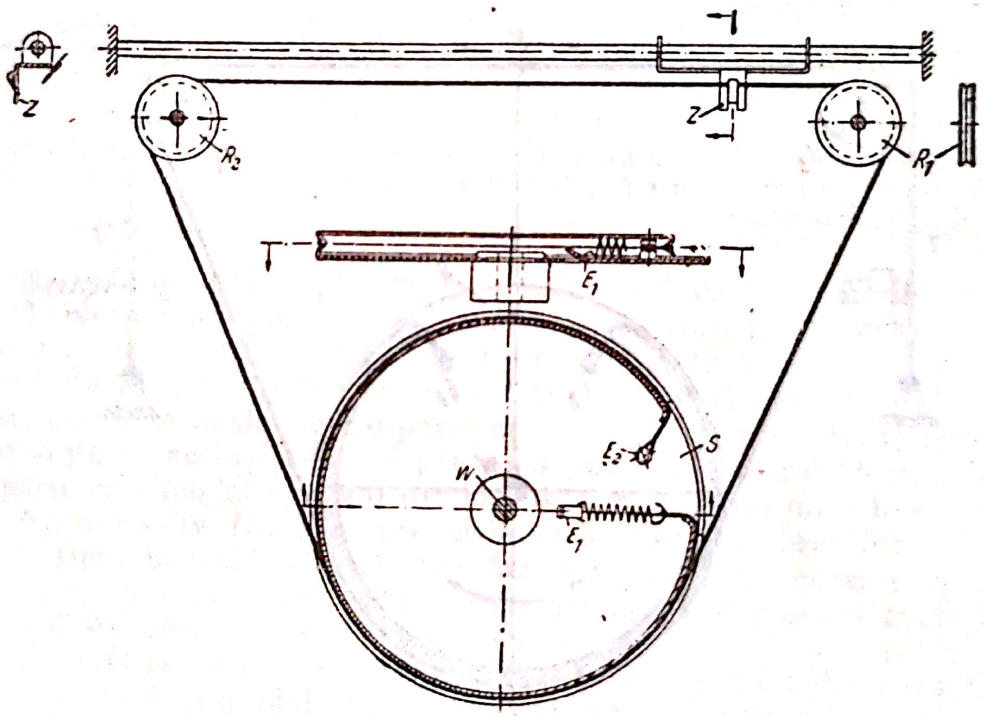


Fig. 8.1.7.
Transmisie prin mijloc de tracțiune pentru indicatorul de stațiuni al unui aparat de radiorecepție

rele W cuplat cu elementul respectiv de reglaj poartă un disc prevăzut cu un canal S, de care este fixat în E_1 și E_2 un cablu de sîrmă care este condus, cum se vede din figură, pe rolele de conducere R_1 și R_2. Suportul Z al arătătorului este ghidat pe o bară și este îmbinat cu cablul prin urechi de tablă. Pentru întinderea cablului servește un arc de tracțiune care acționează asupra capătului de la punctul de fixare E_1.

Transmisii cu elemente de tracțiune asemănătoare se folosesc frecvent la aparatele de măsurat pentru transmiterea mișcării organului măsurător asupra dispozitivului indicator sau înregistrator. În acest caz trebuie să se

folosească un element de tracțiune a cărui lungime să se modifice cît mai puțin datorită influențelor exterioare și îndeosebi a temperaturii și umezelii și care nu se întinde sub influența forțelor de tracțiune care apar în funcționare. În aceste cazuri se folosesc de obicei sîrme sau benzi din metale cu o bună elasticitate, de exemplu bronz fosforos. Astfel, în fig. 8.1.8 se arată schematic o instalație pentru transmiterea mișcării de rotație a arborelui W al unui aparat de măsurat asupra unui dispozitiv înregistrator care se deplasează rectiliniu (ghidare rectilinie prin element de tracțiune). Elementul de tracțiune, de exemplu o bandă subțire de bronz, este fixat cu un capăt, E_1, de un disc îmbinat cu arborele W, ghidat într-un canal pe periferia discului, apoi este condus de rolele R_1 și R_2 la un al doilea canal pe conturul discului S, și fixat cu celălalt capăt tot de disc. Dispozitivul înregistrator care nu este desenat pe figură este ghidat paralel cu banda și este cuplat într-un mod corespunzător în punctul P cu banda, așa încît el se mișcă

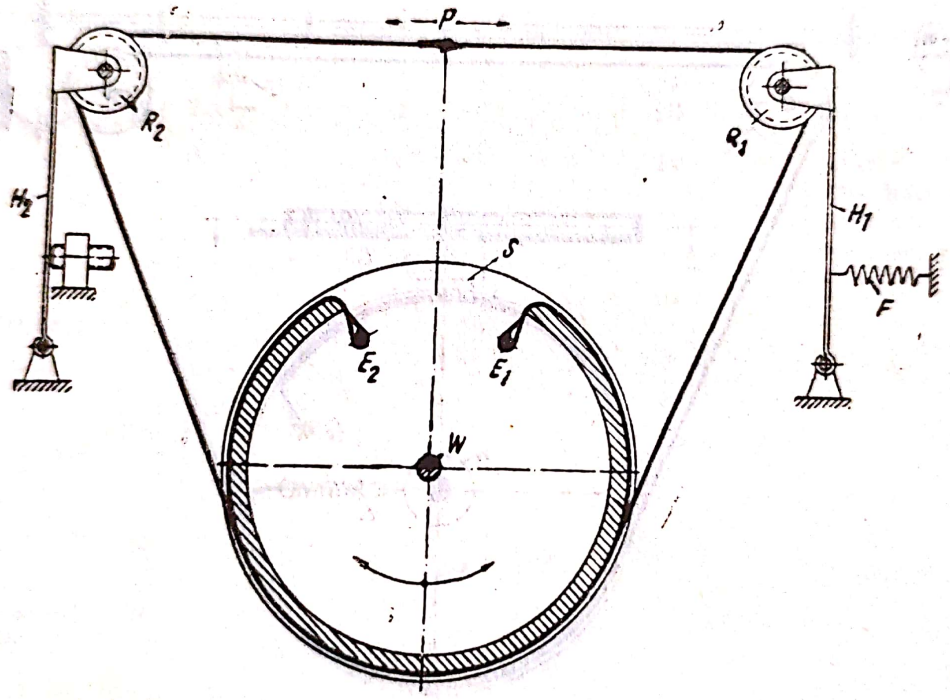


Fig. 8.1.8.
Transmisie prin mijloc de tracțiune pentru un aparat de măsurat înregistrator

rectiliniu într-o parte și în alta, dacă arborele se rotește sub influența mărimii care trebuie măsurată înspre dreapta. Pentru întinderea benzii, rola R_1 este fixată pe o pîrghie H_1 care stă sub influența unui arc F. Deoarece însă poziția punctului P trebuie să fie riguros precisă, rola R_2 este fixată tot pe o pîrghie H_2, a cărei poziție poate fi reglată cu ajutorul unui șurub.

În locul unui disc prevăzut cu două canale (fig. 8.1.8), se poate folosi, în cazul cînd elementul de tracțiune este o sîrmă sau un șnur, un disc prevăzut cu doi pași de filet și un element de tracțiune fără sfîrșit, care este fixat într-un punct corespunzător al discului.

Un exemplu pentru transformarea unei mici mișcări rectilinii într-o mișcare unghiulară se reprezintă în fig. 8.1.9 pentru un dispozitiv electrotermic de măsurat. Printr-o sîrmă metalică subțire D, sîrma care se încălzește H este deplasată mai mult sau mai puțin lateral, sub influența unui arc lamelar B, în funcție de intensitatea curentului care străbate sîrma care

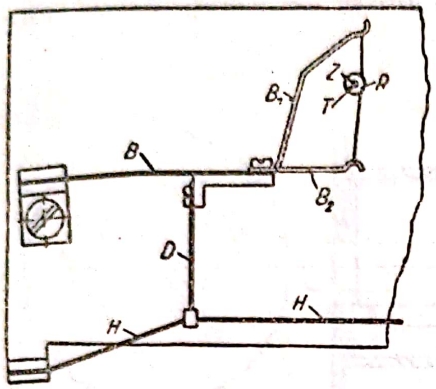


Fig. 8.1.9.
Dispozitivul de măsurat al unui aparat electrotermic

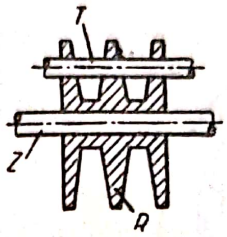


Fig. 8.1.10.
Reprezentarea la scară mărită a rolei R (fig. 8.1.9)

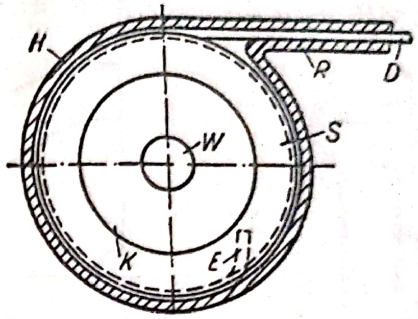


Fig. 8.1.11.
Transmisie pentru transmiterea de forțe de tracțiune și de compresiune

se încălzește, iar această deplasare este transmisă printr-o transmisie cu element de tracțiune asupra arborelui Z al arătătorului. În acest scop, arborele Z rotește o mică rolă dublă R care este desenată separat în secțiune, la scară mărită, în fig. 8.1.10. În fiecare din cele două canale intră un fir de mătase, care este înodat într-o parte de sîrmă T trecută lateral prin rolă și care servește în același timp și pentru a purta pe ea arătătorul, iar în cealaltă parte este înodat de unul din capetele îndoite ale unui braț elastic de sîrmă B_1, respectiv B_2. Prin pretensionarea capetelor brațelor, firul de mătase este ținut întins. Datorită razei foarte mici a rolei chiar și o alungire foarte mică a sîrmei care se încălzește produce o deplasare unghiulară a arborelui arătătorului care se poate citi.

În fig. 8.1.11 se arată un caz special, deoarece elementul de tracțiune este astfel executat și ghidat, încît el poate servi și pentru transmiterea forțelor de compresiune. Prin rotirea unui buton de mînă K, fixat pe un arbore W, trebuie acționată o sîrmă D relativ rigidă pentru mișcarea de du-te-vino a unui cursor, nereprezentat pe desen, pe o rezistență reglabilă. În acest scop, unul din capetele E ale sîrmei este fixat pe un disc cu canal S, iar acest disc este astfel îmbrăcat pe periferia sa de o carcasă fixă H, care se continuă printr-o țeavă R, încît sîrma nu se poate abate.

La transmiterea mișcărilor de rotație, unghiul de rotație este limitat la mai puțin de 360°, cum se vede și din fig. 8.1.2, dacă nu se prevede construcția în așa fel, încît elementul de tracțiune să poată fi înfășurat în mai multe spire. Se vor trata de aceea, în primul rînd, metodele pentru „înmagazinarea“ elementului de tracțiune. Se deosebesc în această privință următoarele cazuri:

a. Spirele individuale sînt înfășurate cu suprapunere. Această soluție se ia în considerație mai ales la benzi. Este de la sine înțeles că în acest

caz capătul benzii trebuie fixat astfel, încît elementele de fixare să nu iasă în afara conturului discului (fig. 8.1.12). Pentru un asemenea scop se folosesc discuri cilindrice, care se completează cu margini laterale numai atunci cînd există riscul ca banda să slăbească.

b. Spirele individuale sînt înfășurate alăturat. Această dispoziție se întîlnește de regulă la lanțuri și șnururi. La mai mult de patru spire, tam-

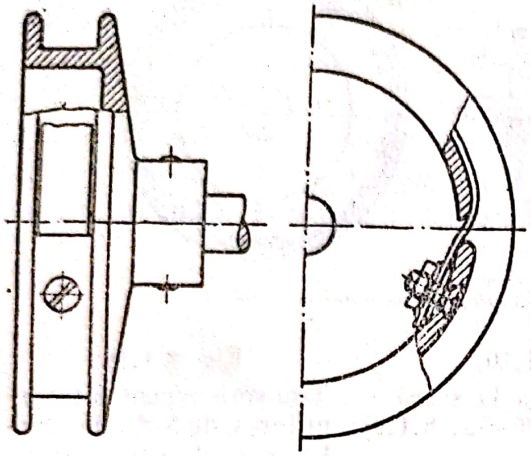


Fig. 8.1.12.
Tambur pentru înfășurarea suprapusă a benzilor de tracțiune

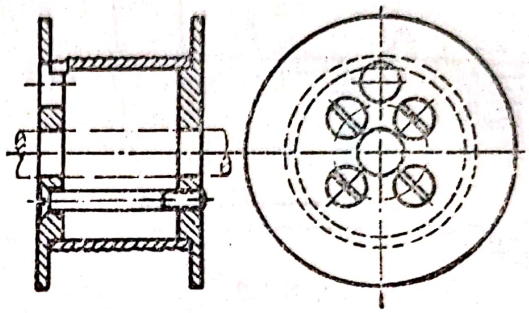


Fig. 8.1.13.
Tambur pentru înfășurarea alăturată a șnururilor de tracțiune

burul destinat pentru înfășurarea șnurului este executat cu canale elicoidale, pentru ca spirele să se așeze uniform una alături de cealaltă (fig. 8.1.13). La tamburele de șnur cu periferia netedă se poate obține o înfășurare uniformă a șnurului, prin deplasarea tamburului în timpul rotirii. În acest scop,

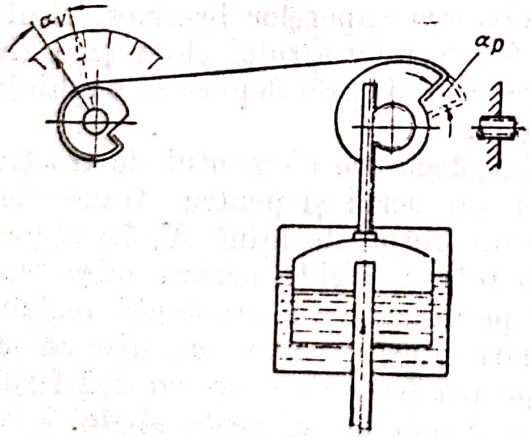


Fig. 8.1.14.
Disc în formă de camă la un aparat pentru măsurarea vitezei gazelor

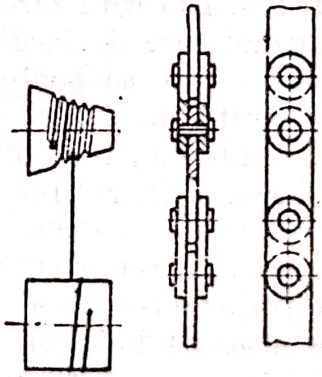


Fig. 8.1.15.
Acționarea cu arc a cronometrelor

Fig. 8.1.16.

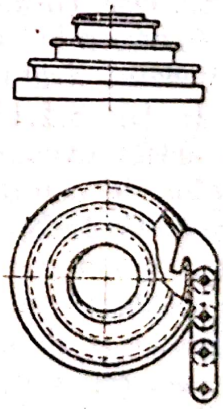


Fig. 8.1.17.
Lanț „Flyer"

tamburul de șnur poate fi montat ca piuliță pe un fus filetat, pasul filetului corespunzînd grosimii șnurului.

La aparatele de măsurat este aplicată și transmiterea unei mișcări de rotație de la un arbore asupra altui arbore, prin intermediul unei trans-

misii cu element de tracțiune, ca în fig. 8.1.2, și anume atunci cînd nu este posibilă amplasarea, din motive de spațiu, a unui cuplaj direct pentru legarea a doi sau mai mulți arbori ai unui dispozitiv de măsurat. În acest caz, se pot folosi drept organ de întindere pentru banda de legătură, la aparatele electrice, „arcurile dispozitivului de măsurat", care servesc pentru trecerea curentului și ca forță de orientare, acestea fiind astfel pretensionate unul față de celălalt, încît în orice poziție banda rămîne întinsă.

Transmisiile prin elemente de tracțiune cu raport de transmitere variabil (fig. 8.1.3) se folosesc, de exemplu, la aparatele pentru măsurarea vitezei gazelor, la care măsurarea vitezei v reprezintă o măsurare a presiunii p. Este atunci valabilă relația $v = c\sqrt{p}$ și, prin folosirea construcției cu disc în formă de camă (fig. 8.1.14) se poate obține pentru v o scară gradată liniară, dacă curbura camei este astfel realizată încît $\alpha_v = c\sqrt{\alpha_p}$.

Dacă este necesară o rotire unghiulară de peste 360°, elementul de tracțiune poate fi înfășurat în mai multe spire alăturate pe un tambur, realizat corespunzător în formă de melc. Un asemenea caz este reprezentat schematic în fig. 8.1.15. Aici s-a folosit drept element de tracțiune un lanț „Flyer" (fig. 8.1.16), care este fixat cu unul din capete pe un tambur cilindric, iar cu celălalt capăt, pe un tambur etajat cu contur conic sau hiperbolic. Această construcție este folosită la cronometre acționate cu arc, pentru a menține forța de antrenare constantă și independentă de starea de înfășurare a arcului. În fig. 8.1.17, se arată realizarea tamburului hiperbolic și fixarea capătului lanțului.

8.2. TRANSMISII PRIN FRICȚIUNE

Pentru a acționa printr-un arbore W_1 un alt arbore W_2, arborii pot fi prevăzuți cu discuri S_1, respectiv S_2, contururile celor două discuri fiind cuplate împreună, fie direct ca în fig. 8.2.1, fie indirect cu intercalarea unui

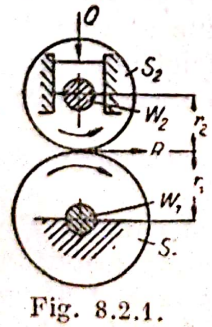


Fig. 8.2.1. Transmisie cu roți de fricțiune

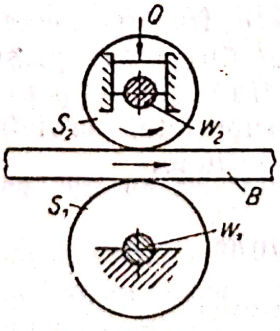


Fig. 8.2.2. Mecanism de avans

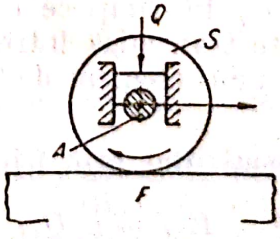


Fig. 8.2.3. Mecanism de rulare

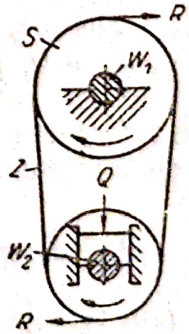


Fig. 8.2.4. Transmisie prin fricțiune cu mijloc de tracțiune

element de tracțiune Z ca în fig. 8.2.4. Mărimea momentului de torsiune care trebuie transmis, $M_1 = R\,r_1$, respectiv $M_2 = R\,r_2$, depinde în ambele cazuri de mărimea forței de frecare R între cele două discuri, respectiv între disc

și elementul de tracțiune. Presiunea Q necesară pentru producerea forței de frecare $R = \mu Q$ trebuie să fie realizată în primul caz prin presarea directă a discurilor între ele cu o forța Q, în timp ce în al doilea caz presiunea poate fi înlocuită eventual prin întinderea elastică a mijlocului de tracțiune. Dacă este cazul, se poate folosi și o asigurare prin forță magnetică.

Raportul de transmitere este în toate cazurile egal cu raportul dintre razele discurilor, cu condiția să nu apară alunecarea. Deoarece însă mărimea coeficientului de frecare μ depinde în mare măsură de starea suprafețelor de frecare și este deci supusă unor variații importante, trebuie contat totdeauna pe o alunecare mai mult sau mai puțin ridicată. La o sarcină redusă și la presiuni mari de apăsare, transmisiile prin fricțiune sînt însă utilizabile pentru aparatele de comandă, de măsurat și de calcul, precum și pentru aparatele de diferențieri, integrări, planimetrări etc.

8.2.1. Clasificarea transmisiilor prin fricțiune

Dacă la o transmisie prin fricțiune directă (fig. 8.2.1) se consideră raza uneia din roți ca fiind infinit de mare, se obține un mecanism la care o roată de frecare se rostogolește pe o cale dreaptă, adică un mecanism de rulare (fig. 8.2.3). Dacă roata este fixată în spațiu, putîndu-se însă roti și antrena astfel o bară netedă ghidată rectiliniu prin frecarea pe conturul său, asemănător cu un angrenaj cu cremalieră (cap. 8.3.4), se obține un mecanism de avans (fig. 8.2.2), mai ales în cazul avansului unei benzi subțiri, care este ghidată între două role. Transmisiile directe prin fricțiune se pot deci împărți în transmisii cu roți de fricțiune, mecanisme de rulare și mecanisme de avans.

La transmisiile cu roți de fricțiune, axele de rotație ale arborilor care trebuie cuplați pot fi paralele (fig. 8.2.1) sau concurente. În fiecare caz, raportul de transmitere poate fi modificat, de exemplu prin deplasarea unei roți (transmisie variabilă), iar sensul de rotire a arborelui antrenat poate fi inversat (transmisie reversibilă).

La transmisiile prin fricțiune directe, frecarea necesară pentru transmiterea forței este produsă prin contactul direct sub presiune al suprafețelor cilindrice ale roților, în timp ce la transmisiile prin fricțiune indirecte (fig. 8.2.4) forța este transmisă între suprafețele cilindrice ale roților prin forța de tracțiune a unui element de tracțiune.

8.2.2. Calculul transmisiilor prin fricțiune

Din relația $M = R\, r = \mu\, Q\, r$ rezultă

$$Q = \frac{M}{\mu r}.$$

În realitate, forța de apăsare Q trebuie aleasă din motive de siguranță mult mai mare, și anume aproximativ de trei ori mai mare. Este de la sine înțeles că mărimea coeficientului de frecare depinde în mare măsură de starea suprafețelor în frecare, de viteza mișcării etc. În orice caz, centralizarea din tabela 8.2.1 poate da o indicație pentru dimensionarea forței

siunii de apăsare necesare. În ultima coloană s-a indicat transmisia, la care s-au obținut prin încercări valorile indicate.

Tabela 8.2.1

Coeficienți de frecare pentru transmisii prin fricțiune

Materialul		Coeficientul de frecare μ	figura
piesei conducătoare	piesei conduse		
Oțel lustruit	Hîrtie	0,2	8.2.19
Piele	Aluminiu striat	0,3	8.2.9
Fontă lustruită	Cauciuc	0,32	
Cauciuc	Hîrtie	0,39	8.2.20
Alamă striată	Hîrtie	0,42	8.2.21
Oțel	Cauciuc	0,46	
Alamă	Aluminiu striat	0,5	8.2.5

8.2.3. Materiale

La alegerea materialelor trebuie avute în vedere atît mărimea coeficientului de frecare cît și deformarea permanentă a materialului și uzura lui, deoarece de acestea depinde dacă coeficientul de frecare își menține permanent valoarea sa. Anumite materiale, ca pielea, se deformează foarte ușor, chiar dacă prin diverse procedee de întărire au fost făcute mai rezistente. Fibra nu prezintă nici după o utilizare mai îndelungată o schimbare a coeficientului de frecare, totuși nu poate fi folosită în toate scopurile, deoarece este higroscopică. Impregnarea cu ulei de in sau ulei mineral nu este recomandabilă, deoarece în acest caz coeficientul de frecare devine nesigur. S-au comportat bine în multe cazuri hîrtia stratificată și materialele textile stratificate, pe fontă cenușie. Coeficientul de frecare este în acest caz mai mare decît la oțel călit, pe fontă cenușie, care trebuie considerat egal cu 0,1, și nu se schimbă nici după o durată mai mare de exploatare.

La alegerea materialului trebuie ținut seama și de intensitatea zgomotului produs. După încercări comparative între fibră, piele brută și textolit, folosite pentru role de frecare, s-a constatat că textolitul produce zgomotul cel mai redus. Roata conducătoare lucrează cu cel mai mic zgomot, dacă este executată din fontă cenușie, în timp ce oțelul prelucrat și oțelul forjat sînt mai puțin adecvate.

8.2.4. Transmisii cu roți de fricțiune cu axe paralele

Transmisiile cu roți de fricțiune se folosesc pe scară largă pentru reglajele fine, îndeosebi la condensatoarele rotative (fig. 8.2.5—8.2.8). În cazul reglajelor fine se cere ca arborele condensatorului, care este reglat grosolan la început cu un buton de mînă, să fie apoi reglat mai fin prin acționarea cu degetul a unui buton. În acest scop trebuie să se prevadă între butonul pentru deget și arborele condensatorului o transmisie cu raport relativ ridicat, așa încît o rotire a butonului să nu producă decît o foarte mică deplasare a arborelui condensatorului.

La construcţia simplă reprezentată în fig. 8.2.5, arborele de acţionare, executat din oţel moale sau alamă şi zimţat pentru mărirea frecării, este apăsat de un arc de tracţiune F pe discul de fricţiune executat din tablă de aluminiu. Frecarea poate fi mărită şi prin efectul dat de un canal în formă de pană (fig. 8.2.6). După cum s-a mai arătat şi în cap. 5.3.1.3, frecarea este

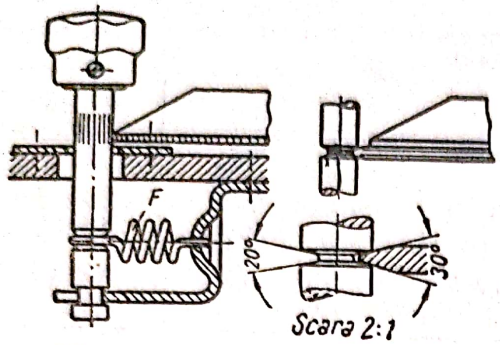


Fig. 8.2.5.

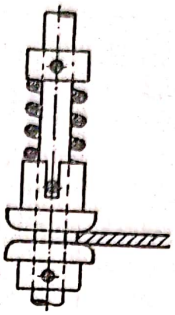


Fig. 8.2.6.

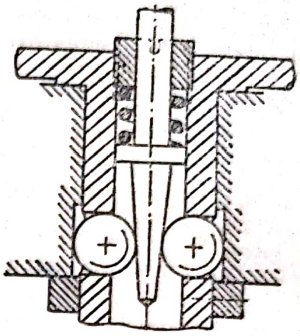


Fig. 8.2.7.

Fig. 8.2.8.

Transmisii cu roţi de fricţiune pentru reglarea fină a condensatoarelor rotative

mărită în proporţia $1/\sin \alpha$ în care α este semiunghiul penei. În acest caz trebuie însă ţinut seama că la acţionare are loc o alunecare permanentă pe suprafeţele de frecare, ceea ce însă nu are de obicei importanţă la durata de funcţionare relativ scurtă a unor asemenea instalaţii. Dezavantajul construcţiilor arătate în fig. 8.2.5 şi 8.2.6, anume că arborele de acţionare nu este fixat în lagăre şi că deci la o deservire necorespunzătoare poate fi ridicat de pe discul de fricţiune, se poate evita printr-o rolă intermediară din cauciuc moale sau prin execuţia elastică reprezentată în fig. 8.2.7.

Pentru reglaje grosolane sau fine se pot folosi şi transmisii cu roţi de fricţiune cu bile montate în interior (fig. 8.2.8).

La rotiri continui pentru transmiterea unor forţe nu prea mari se foloseşte deosebit de avantajos antrenarea cu roţi de fricţiune mai ales atunci cînd este necesar ca transmisia să poată fi uşor cuplată şi decuplată printr-o simplă mişcare a mîinii. Aceasta se realizează foarte simplu, prin apăsarea şi ridicarea roţilor de fricţiune.

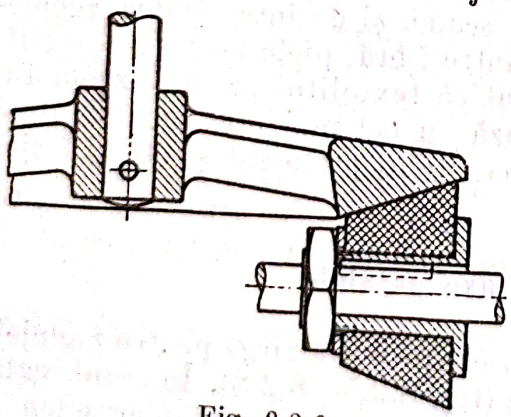


Fig. 8.2.9.
Transmisie cu roţi conice de fricţiune

8.2.5. Transmisii cu roţi de fricţiune cu axe care se întretaie

Dacă raportul de transmitere nu trebuie să fie variabil, se poate folosi o transmisie cu roţi de fricţiune conice, la care roţile se rostogolesc una pe cealaltă, fără a aluneca. Un exemplu pentru o asemenea construcţie este transmisia cu roţi conice (fig. 8.2.9), care serveşte pentru acţionarea unei bobine de înfăşurare a filmului la un aparat de proiecţie cinematografică.

Roata conducătoare, executată din inele crupon sau lemn, este montată pe o pîrghie oscilantă care este împinsă prin forța unui arc înspre roata condusă din fontă cenușie.

Trebuie observată solicitarea defavorabilă a lagărelor prin presiune de apăsare unilaterală, așa încît o asemenea construcție se va alege numai atunci cînd, ca în cazul de față, cuplarea și decuplarea comode, mersul silențios și posibilitatea de folosire a transmisiei ca cuplaj de alunecare sînt determinante (cap. 5.3.2.1).

8.2.6. Transmisii variabile și reversibile

Dacă raportul de transmitere $i = r_2/r_1$ (fig. 8.2.1) al unei transmisii prin roți de frictiune trebuie să fie variabil, se poate adopta o construcție, la care una din roțile de frictiune poate fi astfel deplasată față de un disc sau un tambur de frictiune imobil, încît cel puțin una din cele două raze reale r_1 și r_2 să-și schimbe mărimea sa.

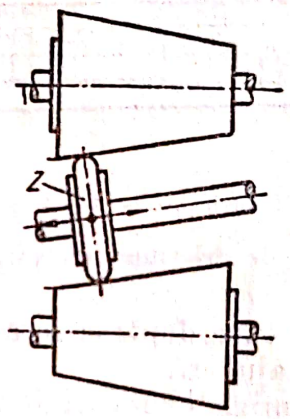


Fig. 8.2.10.

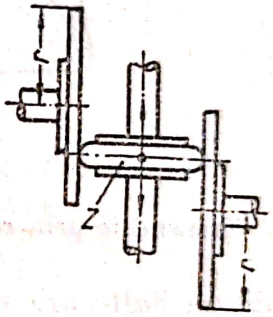


Fig. 8.2.11.

Transmisii variabile cu roți de frictiune

Transmisiile variabile, la care arborele acționat și cel antrenat sînt așezate paralel, sînt arătate în fig. 8.2.10 și 8.2.11. La construcția arătată în fig. 8.2.10 raportul de transmitere poate fi schimbat prin deplasarea roții Z între tamburele conice. Dacă raportul de transmitere trebuie să poată fi redus pînă la zero, adică pînă la imobilizarea arborelui antrenat, trebuie adoptată o soluție ca cea din fig. 8.2.11. În acest caz, raportul de transmitere ar putea fi variat prin deplasarea roții Z, teoretic între limitele $0/r$ și $r/0$. Este de la sine înțeles ca valoarea $r/0 = \infty$ nu se poate obține decît într-o anumită măsură.

La toate aceste transmisii prin roți de frictiune, lățimea marginii roții deplasabile trebuie să fie relativ mică, deoarece astfel ar apărea o puternică alunecare și deci nesiguranță în transmiterea mișcării, precum și o uzură corespunzătoare. În consecință se pot transmite cu oarecare siguranță numai forțe relativ reduse.

Dacă este necesar să se regleze orice viteză pe o scară gradată, așa încît fiecărui punct de pe scară să-i corespundă o anumită poziție a roții de frecare deplasabile, este de obicei mai simplu dacă raportul de transmitere respectiv variază liniar cu deplasarea roții, pentru ca și gradația scării să devină liniară. La construcțiile arătate în fig. 8.2.10 și 8.2.11, raportul de transmitere se modifică cu deplasarea roții după o hiperbolă. O variație liniară se obține însă la o construcție ca cea reprezentată în fig. 8.2.12. Aici roata A constituită dintr-un disc de piele se poate deplasa pe arborele B într-un canal longitudinal cu ajutorul pîrghiei H, cu intercalarea unor rulmenți cu bile.

Discul conducător C este executat din tablă de oțel moale, a cărei suprafață este lustruită ca o oglindă. Acest disc este apăsat de arcul de compresiune D înspre discul de piele. În acest scop, discul C este legat prin știftul E

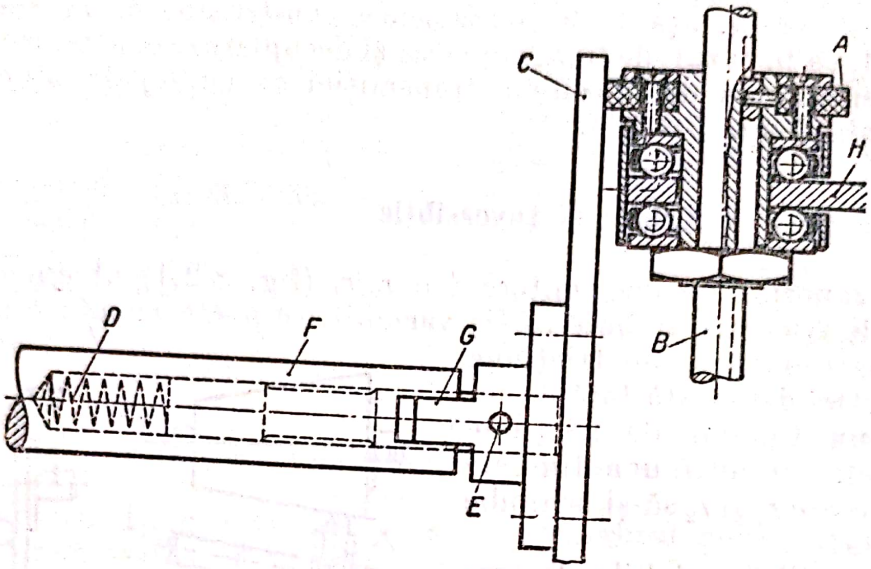


Fig. 8.2.12.
Transmisie prin roți de fricțiune cu variația liniară a raportului de transmitere

de un bolț care se poate deplasa în arborele F gol la interior, de care este antrenat prin cuplajul G.

Dacă la o transmisie prin roți de fricțiune (fig. 8.2.12) trebuie să existe

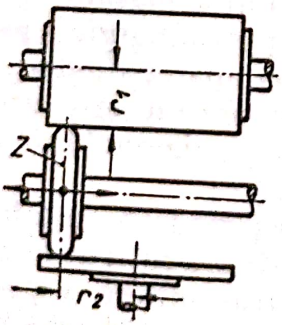


Fig. 8.2.13.

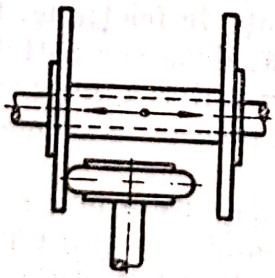


Fig. 8.2.14.
Transmisii reversibile cu roți de fricțiune

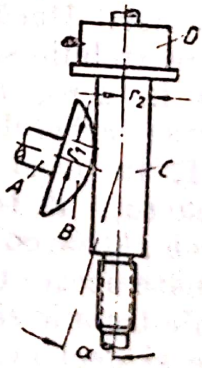


Fig. 8.2.15.

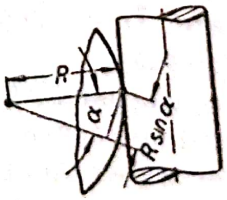


Fig. 8.2.16.
Transmisie variabilă și reversibilă cu roți de fricțiune la un planimetru

posibilitatea de a reduce transmisia pînă la zero și dincolo de aceasta să se schimbe chiar sensul de rotire (transmisie reversibilă), discul trebuie să fie

astfel construit și fixat pe arbore încît să se obțină o suprafață netedă, continuă. În locul acestuia se poate folosi și o roată intermediară deplasabilă, care transmite forța de la un disc la un tambur cilindric (fig. 8.2.13). Dacă se cere numai o transmisie reversibilă cu raport de transmitere invariabil, se poate adopta construcția reprezentată schematic în fig. 8.2.14, la care prin deplasarea comună a celor două roți de frecare legate între ele se poate schimba sensul de rotire.

O transmisie variabilă și reversibilă cu roți de fricțiune, la care unghiul de înclinare al axelor este variabil, se întîlnește la planimetrul cu calotă sferică. După cum se vede din fig. 8.2.15 și 8.2.16, pe arborele de antrenare A este fixat un segment de sferă B, pe care este apăsat un cilindru C fixat cu posibilitate de rotire într-o ramă și a cărui rotire poate fi citită în D. Dacă α este unghiul de înclinare al axei arborelui condus față de perpendiculara pe axa arborelui conducător A, atunci raza efectivă care corespunde punctului instantaneu de contact este $r_1 = R \sin \alpha$, în care R este raza sferei. În consecință, raportul de transmitere este

$$i = \frac{r_1}{r_2} = \frac{R \sin \alpha}{r_2}.$$

Deoarece r_2 și R sînt invariabile, raportul de transmitere este proporțional cu $\sin \alpha$.

8.2.7. Mecanisme de rulare

Acționarea vehiculelor prin folosirea frecării dintre roata de acționare și șină se aplică și în mecanica fină. Presiunea necesară pentru realizarea frecării este produsă, în general, de greutatea vehiculului.

Ca exemplu este arătată schematic în fig. 8.2.17 construcția roților de acționare a căruciorului unei instalații de poștă interioară. Căruciorul circulă pe două bare rotunde, așezate una sub alta, legate între ele la anumite intervale, dintre care bara superioară servește drept șină de rulare, iar cea inferioară drept șină de ghidare. Bandajele roților sînt adaptate profilului șinelor. Dacă roata nu este acționată (fig. 8.2.17), ci lagărul axului este deplasat paralel cu calea de rulare, atunci rotirea roții poate fi folosită pentru transmiterea mișcării sau a forței.

Astfel la planimetrul polar (fig. 8.2.18), rola de măsurat A prevăzută cu o riflare fină, așezată riguros paralel cu axa, este așezată în lagăre montate în rama din bare B, rotindu-se foarte ușor în acestea. Rama din bare poartă în C o rolă și în D un știft, așa încît întreaga construcție se așază pe foaia de hîrtie cu suprafața care trebuie măsurată prin punctele A,C și D. Dacă rama este deplasată cu distanța a în direcția AE, adică cu un unghi α față de axa AD, această deplasare se poate descompune în componentele AF (în direcția axei) și AG (perpendiculară pe axă) de unde reiese imediat că pentru rotirea rolei de măsurat nu intră în considerație decît componenta $AG = a \sin \alpha$. La planimetrele cu disc rama nu se reazemă direct pe planul care trebuie măsurat, ci pe un disc îmbrăcat în hîrtie și acționat prin mișcarea în jurul „polului".

Construcții asemănătoare se întîlnesc și în aparatele pentru integrarea automată a curbelor înregistrate pe un anumit interval de timp, de exemplu

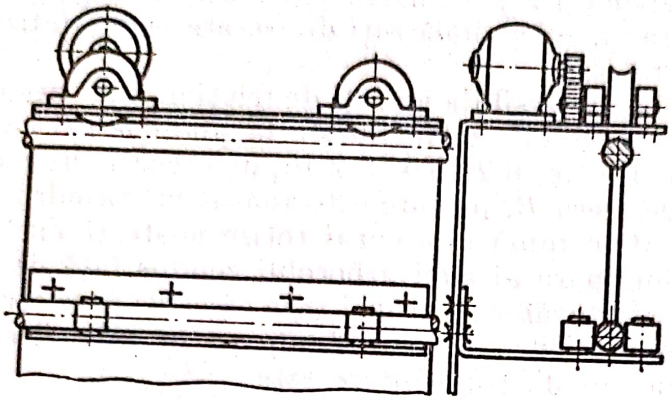


Fig. 8.2.17.
Căruciorul unei instalații de poștă interioară

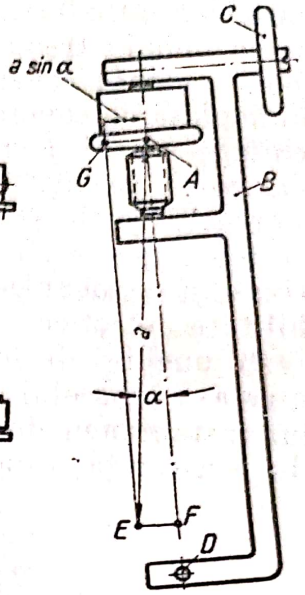


Fig. 8.2.18.
Planimetru polar

pentru măsurarea cantității totale de lichid sau vapori care este transportată într-un anumit interval de timp, în funcție de indicațiile unui debitmetru.

8.2.8. Mecanisme de avans

Mecanismele de avans (fig. 8.2.2) se folosesc mai ales pentru materialele în formă de bandă. O asemenea construcție pentru transportarea scrisorilor, a cărților poștale etc. la mașinile de ștampilat și sortat este arătată în fig. 8.2.19. Aici este acționat tamburul inferior, montat fix în lagăre, în timp ce valțul de presiune superior B este fixat în lagăre cu posibilitate de deplasare și este apăsat prin arcuri de compresiune reglabile înspre valțul de fricțiune. Ambele valțuri sînt executate din oțel și lustruite pînă la luciu de oglindă. Este important ca ambele valțuri să fie strunjite cilindric iar axele lor să fie paralele între ele, căci altfel obiectele care ajung între valțuri ar fi trase strîmb.

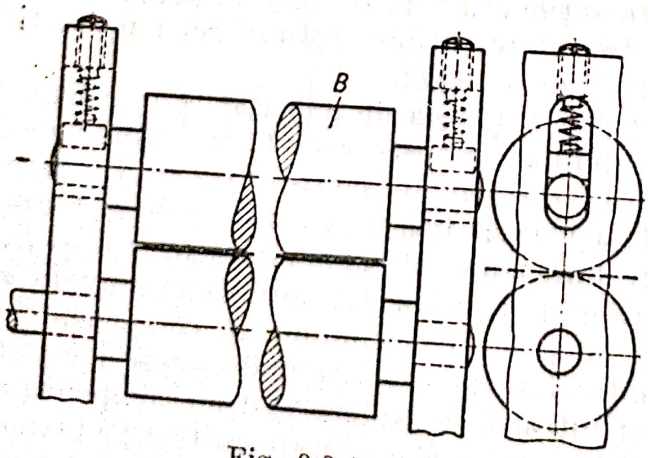


Fig. 8.2.19.
Mecanism de avans pentru scrisori la o mașină de ștampilat

La mașinile de scris și de calculat, coala de hîrtie este de obicei transportată între valțuri din cauciuc. La mașina reprezentată în fig. 8.2.20, hîrtia introdusă în direcția săgeții este împinsă de valțurile de presiune

A_1 și A_2 care sînt presate de arcuri înspre cilindrul gol la interior, care este îmbrăcat tot în cauciuc moale.

Dacă este necesară transportarea benzilor foarte lungi, acestea, în afara transmisiei prin frecare, trebuie să fie ghidate lateral prin canale sau role de ghidare. Aceeași prescripție este valabilă și pentru benzile înguste de hîrtie

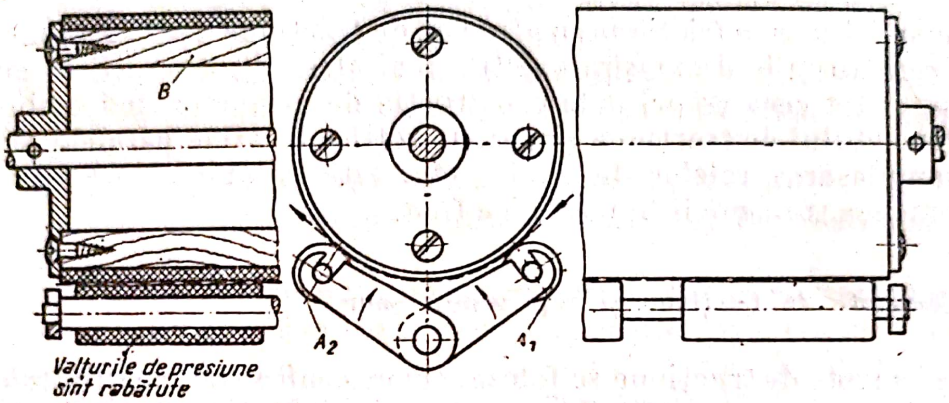


Fig. 8.2.20.
Mecanism de avans pentru coala de hîrtie la o mașină de scris

care servesc pentru recepționarea telegramelor Morse și pentru al căror avans se folosește dispozitivul arătat în fig. 8.2.21. Aici roata de fricțiune inferioară prinsă într-un lagăr imobil este executată din alamă și zimțată, în timp ce rola de presiune apăsată de un arc pe roata inferioară este executată din ebonită. O zimțare a rolei de presiune nu este necesară, deoarece pentru avans nu are importanță decît frecarea dintre hîrtie și roata de fric-

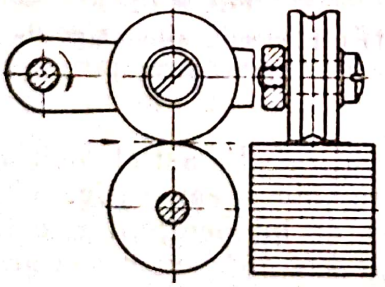


Fig. 8.2.21.
Aparat Morse

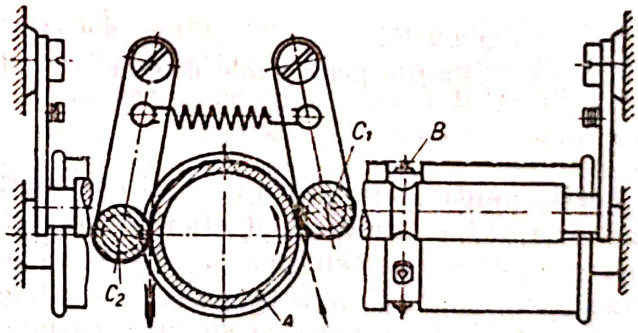


Fig. 8.2.22.
Oscilograf

țiune. La telegrafele rapide, roata de fricțiune se execută de obicei din oțel moale și se prevede o dantură ascuțită în formă de ferăstrău cu pasul de circa 0,8 mm, în timp ce rola de presiune poate fi executată și din aluminiu.

Dacă la avansul unei benzi de hîrtie trebuie evitată orice alunecare față de valțul de fricțiune pentru antrenare, și pe de altă parte nu este admisibilă găurirea hîrtiei pentru a fi angrenată de știfturi, valțul de acționare A poate fi prevăzut cu un șir de vîrfuri fine (fig. 8.2.22). Vîrfurile B ies cu

circa 0,6 mm în afara conturului valţului şi pătrund în hîrtie la apăsarea acesteia prin valţurile de presiune C_1 şi C_2 degajate în mod corespunzător prin strunjire.

8.2.9. Transmisii prin fricţiune cu element de tracţiune

Transmisiile prin fricţiune cu element de tracţiune (fig. 8.2.4) sînt cunoscute în construcţiile de maşini-unelte, mai ales ca transmisii cu curea sau cu cablu, şi tot ceea ce priveşte construcţia de principiu, îndeosebi amplasarea elementului de tracţiune şi poziţia roţilor la axele paralele sau încrucişate, amplasarea rolelor de ghidaj etc. este valabil şi pentru folosirea unor asemenea transmisii în mecanica fină.

8.2.9.1 Elemente de tracţiune şi roţi pentru şnur

Ca elemente de tracţiune se folosesc în mecanica fină pentru transmisiile prin fricţiune şnururi de bumbac cu diametrul de 1,5—3 mm sau sfori de cînepă cu diametrul de 3—4 mm. Pentru forţe mai mari se folosesc şnururi de piele cu diametrul de 4—8 mm, precum şi şnururi răsucite din sîrmă.

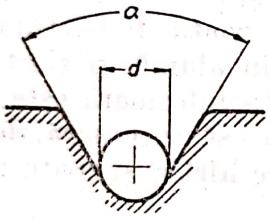


Fig.8.2.23. Profile pentru role de şnur

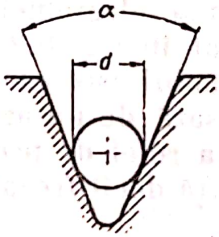


Fig. 8.2.24.

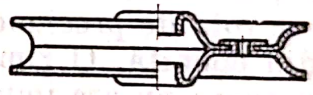


Fig. 8.2.25. Rolă pentru şnur asamblată din două piese ştanţate

Roţile pentru şnur au un canal care este realizat fie astfel încît să se creeze o suprafaţă de contact cît mai mare între şnur şi canal (fig. 8.2.23), fie în formă de pană, pentru a se obţine un efect de înţepenire (fig. 8.2.24). În acest caz, unghiul de înţepenire α se alege de 40—45° pentru şnururi din bumbac, sfori de cînepă şi şnururi răsucite din sîrmă şi de 60° pentru şnururi din piele. Cînd se folosesc şnururi răsucite din sîrmă, canalul poate fi executat şi aşa cum se arată în fig. 8.2.23, fiind apoi striat.

Realizarea corpului roţilor şi fixarea lor pe arbore diferă în multe cazuri considerabil faţă de formele cunoscute de la construcţiile de maşini-unelte, datorită dimensiunilor reduse şi a situaţiilor speciale. Astfel scripeţii pentru şnur şi îndeosebi scripeţii de ghidare pentru şnur se execută din porţelan sau material izolant presat pentru lămpile electrice cu scripeţi sau se execută prin asamblarea a două piese din tablă ambutisate corespunzător (fig. 8.2.25), îmbinarea făcîndu-se fie prin nituire, fie prin urechi răsfrînte sau prin sudură.

8.2.9.2. Dispozitive de întindere

Pentru întinderea elementului de tracțiune sînt necesare dispozitive speciale, dacă elementele de tracțiune nu sînt deosebit de elastice, ca șnururile din cauciuc sau cele din sîrmă răsucită. La aceste dispozitive, întinderea este fie compensată în mod automat, fie reglată după nevoie cu mîna. Mai trebuie făcută distincția apoi între acele dispozitive la care lungimea elementului de tracțiune este compensată direct și acelea la care întinderea este reglată prin modificarea ghidajului elementului de tracțiune (arbori de întindere și role de întindere).

Astfel, de exemplu, pentru întinderea automată a unui șnur de piele, cele două capete pot fi legate între ele printr-un scut de tracțiune, prins de aceste două capete.

Pentru reglarea ulterioară a întinderii elcmentului de tracțiune cu mîna, unul din cei doi arbori legați prin elementul de tracțiune poate fi montat în lagăre deplasabile. Pentru compensarea automată, arborele de întindere este de obicei montat în lagăre fixate pe o pîrghie oscilantă, care poartă o greutate. Cînd ambii arbori trebuie să aibă lagărele imobile, se folosește o rolă de întindere, adică o rolă liberă separată, care este astfel apăsată printr-o greutate sau prin presiunea unui arc înspre elementul de tracțiune, încît întinderea este reglată automat.

8.3. ANGRENAJE

Ca și transmisiile prin roți de fricțiune, angrenajele servesc pentru transmiterea energiei mecanice de la un arbore conducător la un arbore condus. Aceste transmisii se deosebesc de cele prin fricțiune (cap. 8.2), prin aceea că piesa conducătoare și piesa condusă sînt cuplate între ele cu asigurare prin formă, datorită coroanelor dințate care angrenează între ele. Angrenajele transmit de aceea mișcarea fără alunecare, iar lagărele angrenajului nu au de preluat decît forța periferică care acționează pe coroana dințată, în timp ce la transmisiile prin fricțiune suprafețele de frecare trebuie să fie apăsate una față de alta cu un multiplu al forței periferice (cap. 8.2.)

Formele multiple de execuție ale angrenajelor se pot grupa, în funcție de amplasarea relativă în spațiu a axelor transmisiei și mișcării relative a flancurilor dinților care rezultă corespunzător acestei amplasări, în:

angrenaje cu axele paralele,
angrenaje cu axele concurente,
angrenaje cu axele încrucișate.

8.3.1. Dantura

În fiecare caz, fenomenele de mișcare se pot reprezenta prin cercuri primitive, care se rostogolesc unul pe altul ca și periferiile roților de fricțiune corespunzătoare. La angrenajele cu axe încrucișate se mai adaugă însă o alunecare laterală, așa încît apare un fel de mișcare elicoidală. Din această

cauză, angrenajele cu axele paralele se pot considera angrenaje de rostogolire pure, iar cele cu axele încrucișate angrenaje de rostogolire elicoidală.

Angrenajele cu axe paralele sînt angrenaje cu roți cilindrice, și se deosebesc: cele cu dinți drepți (fig. 8.3.1) și cele cu dinți înclinați (fig. 8.3.2).

Un caz special al angrenajului cu roți cilindrice este angrenajul cu cremalieră (fig. 8.3.3), la care una din roțile cilindrice (cremaliera) are o rază infinită.

Angrenaje cu axe concurente sînt angrenajele cu roți conice (fig. 8.3.4) și angrenajele cu roată-coroană (fig. 8.3.5).

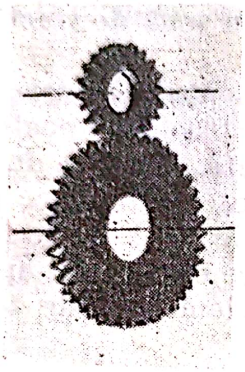


Fig. 8.3.1.
Angrenaj cu roți cilindrice cu dinți drepți

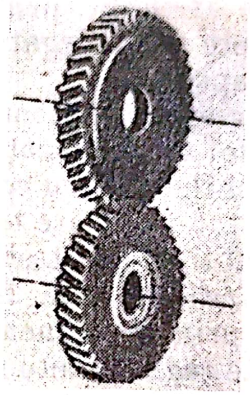


Fig. 8 3 2.
Angrenaj cu roți cilindrice cu dinți înclinați

Angrenajele cu axe încrucișate, deci cu axe care nu sînt în același plan, se numesc angrenaje elicoidale (fig. 8.3.6) respectiv angrenaje cu șurub melc (fig. 8.3.7).

Din transmisiile prin roți dințate fac parte și transmisiile prin roți de lanț (cap. 8.3.9), la care roțile dințate cilindrice se angrenează prin intermediul unui lanț (folosit drept element de tracțiune).

Pentru înțelegerea și alegerea corectă a danturii, se vor explica unele noțiuni și fenomene de angrenare care se pot lămuri cel mai deslușit la roțile dințate cilindrice cu dinți drepți.

8.3.1.1. Fenomene de angrenare

În fig. 8.3.8 se arată un angrenaj cu roți cilindrice cu roată mică avînd 10 dinți și roata mare avînd 20 de dinți. Razele cercurilor primitive sînt însemnate cu r_1 și r_2; suma lor este egală cu distanța dintre axe a angrenajului, iar raportul dintre raze este egal cu raportul dintre numărul de dinți:

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{z_1}{z_2}.$$

Periferiile cercurilor primitive rulează unul pe celălalt, la transmiterea mișcării, fără să alunece, ca și periferiile transmisiilor prin roți de fricțiune care transmit mișcarea fără alunecare.

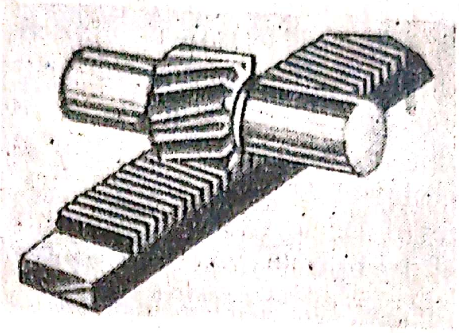


Fig. 8.3.3.
Angrenaj cu cremalieră

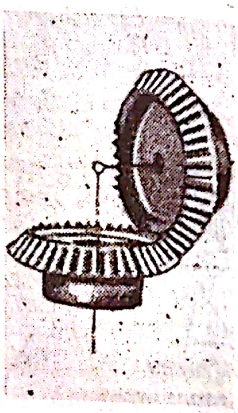


Fig. 8.3.4.
Angrenaj cu roți conice

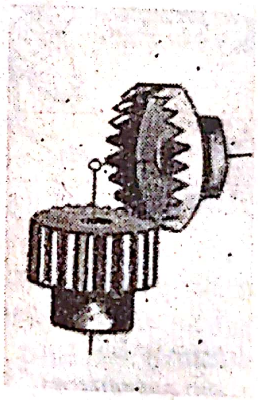


Fig. 8.3.5.
Angrenaj cu roată-coroană

Fig. 8.3.6.
Angrenaj cu roți elicoidale

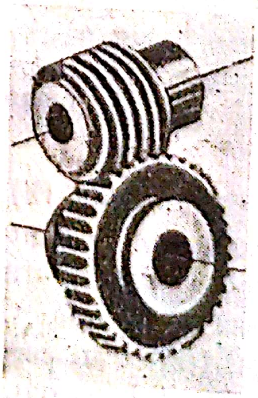


Fig. 8.3.7.
Angrenaj cu șurub melc

Scanned with OKEN Scanner

Capetele dinților roții *I*, care sînt haşurate transversal, angrenează cu picioarele dinților roții *II*, care sînt haşurate longitudinal. Suprafețele care limitează dinții și se rostogolesc una pe alta se numesc flancurile dinților, respectiv flancul capului și flancul piciorului. Angrenarea dinților începe, cînd flancul piciorului *II* al dintelui acționat intră în contact cu flancul capului *II* al dintelui antrenat, în punctul E_1. În desfășurarea în continuare a mișcării de angrenare, dintele condus *I* pătrunde în golul roții conducătoare *II*. În punctul *W* se încheie mișcarea de intrare în angrenare a dintelui conducător, și începe ieșirea din angrenare. În timpul intrării

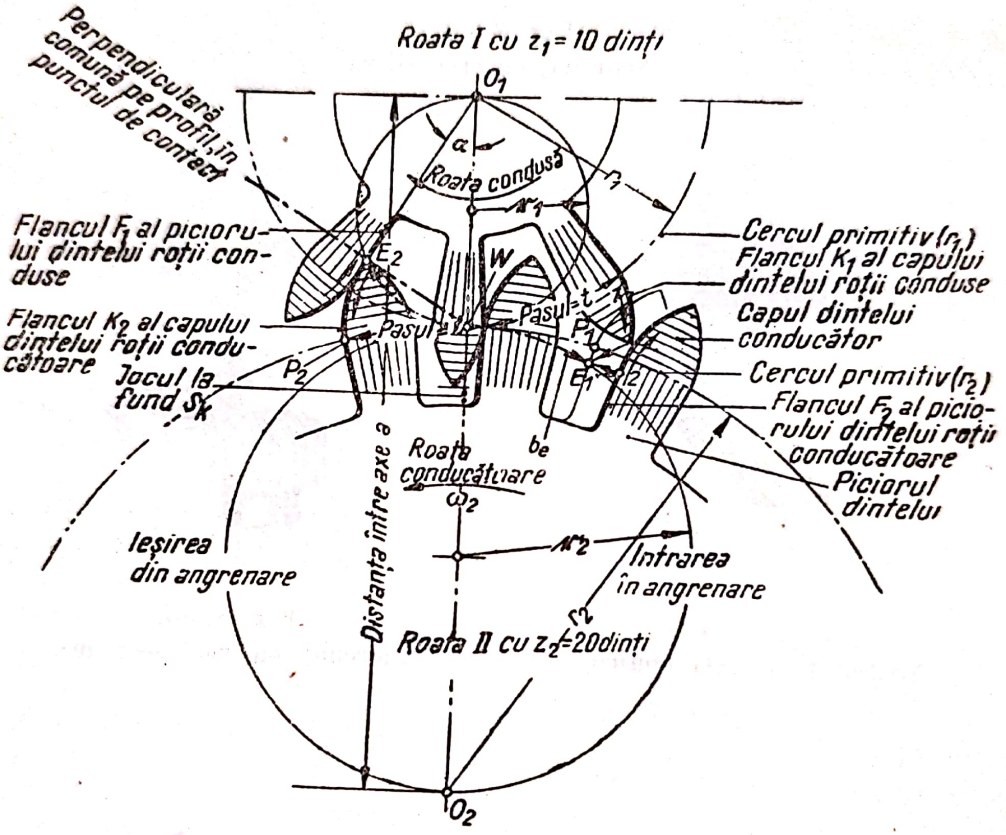


Fig. 8.3.8.
Angrenarea roților cu dantură cicloidă

în angrenare (înainte de *W*), flancul piciorului dintelui conducător conlucrează cu flancul capului dintelui condus, în timp ce de la ieșirea din angrenare (după *W*) flancul capului dintelui conducător și flancul piciorului dintelui condus lucrează împreună. Capul dintelui conducător alunecă în mișcarea lui de-a lungul flancului corespunzător al piciorului dintelui roții conduse, pînă cînd în sfîrșit la capătul perioadei de ieșire din angrenare a dintelui conducător, dinții ies din contact în punctul E_2. Deoarece se cere o transmitere neîntreruptă, uniformă a mișcării, următorul dinte conducător trebuie să-și fi început intrarea sa în angrenare, înainte ca dintele precedent să

fi ieșit din angrenare. În consecință, arcul de angrenare parcurs de un punct al cercului primitiv în timpul unei perioade de angrenare,

$$\widehat{b\,e} = P_1 P_2 = \widehat{E_1 W E_2},$$

trebuie să fie mai mare decît pasul t al danturii.

În afară de aceasta, transmiterea mișcării trebuie să se facă cu un raport constant al vitezelor unghiulare (ω_1/ω_2), adică perpendiculara comună pe profile în toate punctele de contact posibile ale unei perechi de flancuri care angrenează împreună trebuie să treacă prin punctul W al angrenajului, așezat pe linia centrelor O_1O_2.

Teoretic, există multe puncte pe flancuri care satisfac condițiile enumerate. Însă numai evolventa (și în măsură mai mică cicloida) are în același timp o lege geometrică atît de simplă, încît cerințele ridicate ale producției cu privire la constanța dimensională a formei dinților și a sculelor de dințare să fie realizabile. Din această cauză dinții în evolventă sînt preferați pretutindeni; pe lîngă aceștia nu se mai folosesc decît dinții în cicloidă.

S-a arătat că angrenarea unei perechi de flancuri trebuie să dureze cel puțin atît timp, pînă cînd perechea următoare de flancuri și-a început angrenarea sa. Această condiție trebuie să fie satisfăcută cu un anumit factor de siguranță, pentru ca mici neprecizii ale înălțimii capului dintelui sau ale distanței dintre axe să nu provoace greutăți la angrenare. Caracterizarea unui angrenaj în această privință este făcută prin durata de angrenare considerată ca cifră de apreciere calitativă (denumită și grad de acoperire). Importanța sa este arătată de următoarea considerație.

La roțile dințate cilindrice cu dinți drepți (fig. 8.3.8), flancurile dinților care angrenează împreună se ating pe drepte paralele cu axa, care în planul desenului (planul de rotire) apar sub formă de puncte (puncte de contact). În timpul unei perioade de angrenare, punctul de contact al flancului K_1 al capului cu flancul F_2 al piciorului se deplasează pe cercul de rulare r_2, de la E_1 spre punctul W al angrenajului. Aici se termină angrenarea părților K_1 și F_2 ale flancurilor și părțile K_2 și F_1 preiau transmiterea mișcării. Punctul de contact se deplasează pe cercul de rulare r_1, de la W în punctul E_2, unde încetează angrenarea perechii de flancuri. Linia pe care se deplasează punctul de contact al flancurilor dinților (la cicloide este un arc al cercului de rulare, la evolvente o linie dreaptă) se numește linie de angrenare, iar porțiunea delimitată pe această linie de cercurile exterioare ale dinților se numește arc de angrenare. Raportul dintre arcul de angrenare și pas reprezintă gradul de acoperire

$$\varepsilon = \frac{\widehat{E_1 W E_2}}{t}.$$

Dacă ε este mai mare decît 1, atunci în fiecare clipă cel puțin o pereche de flancuri, uneori chiar două sau trei, sînt în contact reciproc, iar presiunea care acționează pe coroana dințată este atunci repartizată pe mai multe locuri de contact. La roțile dințate ale mecanicii fine, acest fapt nu are un rol atît de esențial ca la roțile de lucru din construcțiile de mașini. De obicei, este suficient ca gradul de acoperire al transmisiei prin roți dințate

să rămînă cu siguranţă mai mare decît 1, chiar şi la mici abateri dimensionale întîmplătoare ale dinţilor sau ale distanţei dintre axe. În această privinţă, transmisii cu $\varepsilon = 1{,}2$ mai pot fi considerate utilizabile. Atunci cînd condiţii speciale impun o mărire a lui ε, se vor folosi roţi dinţate cilindrice cu dinţii înclinaţi. Posibilitatea ca valoarea limită inferioară a lui să fie depăşită în jos este cu atît mai mare, cu cît numărul de dinţi z_1 ai pinionului şi suma dinţilor angrenajului, $z_1 + z_2$, sînt mai mici. La angrenajele mecanicii fine, condiţiile constructive duc adesea la valori mici pentru z_1, iar comportările nesatisfăcătoare în exploatare ale angrenajelor se explică adeseori printr-un grad de acoperire insuficient.

Pentru angrenajele mecanicii fine sînt valabile în principiu aceleaşi reguli de dinţare ca şi în construcţiile de maşini. Din această cauză se folosesc aceleaşi tipuri de danturi. În general se cere să se realizeze rapoarte ridicate de transmitere cu mijloace simple. Pe de altă parte se cer numai în cazuri speciale, de exemplu la angrenajele de precizie pentru scopuri metrologice, rapoarte riguros constante ale vitezelor unghiulare sau transmisii fără joc ale mişcării la sens de rotire variabil al forţei de acţionare.

Spre deosebire de angrenajele din construcţiile de maşini, cele din domeniul mecanicii fine nu au de transmis de obicei decît puteri mecanice reduse, iar presiunile pe dinţi care iau naştere, precum şi forţele motoare care stau la dispoziţie sînt mici. Calcule de rezistenţă nu se iau de obicei în consideraţie, deoarece dimensiunile dinţilor, limitate de considerente de fabricaţie, asigură de obicei un multiplu al coeficientului de siguranţă contra ruperii. În afară de aceasta, vitezele periferice, de exemplu la mecanismele de ceasornic folosite pe scară largă, sînt foarte mici în comparaţie cu cele din construcţiile de maşini.

În acest domeniu al mecanicii fine au însă preponderenţă angrenajele cu raport de transmitere ridicat (pînă la circa 1:10), cu modul mic (0,1—1), precum şi roţi dinţate mici cu 6—10 dinţi, unde neprecizii ale distanţei dintre axe de ordinul a circa 0,1 mm pot deja provoca o mişcare inadmisibil de mare a gradului de acoperire sau înţepenirea capetelor dinţilor uneia din roţi pe fundul golului dintre dinţi al celeilalte roţi. În afară de aceasta trebuie avut în vedere că la danturile cu pas mic şi toleranţe strînse se pot produce cu uşurinţă defectări grave ale mersului, datorită suprafeţei rugoase sau erorilor de realizare a flancurilor dinţilor, sau chiar pătrunderii între dinţi a particulelor de impurităţi, dacă momentul de acţionare nu este decît relativ puţin mai mare decît momentul de frecare care produce înţepenirea. În consecinţă este recomandabil ca înălţimea dinţilor să fie făcută, la paşii mici, mai mare decît în construcţiile de maşini, iar jocul dintre flancuri şi jocul de la fundul dintelui să fie alese cît mai mari, pentru a se evita lucrări scumpe de ajustare ulterioară şi defectări frecvente în funcţionare la folosirea angrenajelor.

La construcţiile de ceasornice, unde se folosesc din cele mai vechi timpuri dinţi în cicloidă şi dinţi de formă asemănătoare cicloidei, se exploatează avantajul pe care îl oferă dinţii înalţi cu joc suficient de mare, pentru a construi angrenaje cu suma cît mai mică a dinţilor, dar cu un grad de acoperire suficient. Danturile în evolventă pe de altă parte se folosesc, de obicei, mai ales la angrenajele de precizie cu joc cît mai redus, cît şi la con-

Scanned with OKEN Scanner

toare și mecanisme motoare de diferite tipuri. În unele cazuri se pot aplica și aici regulile normale uzuale din construcțiile de mașini cu privire la sistemul de game de roți perechi, cu dantura în evolventă. La pașii mai mici, înălțimea normală a dinților nu mai este suficientă și rezultă greutăți, mai ales la rapoarte mai mari de transmitere. Acesta este motivul pentru folosirea angrenajelor în lanternă (cu role) și a angrenajelor în cicloidă. Dacă este posibil, ar trebui însă folosite în asemenea cazuri variantele create special pentru scopurile mecanicii fine, din dantura normală în evolventă, și anume danturi înalte și danturi corijate. Acestea sînt, chiar la pașii mici, suficient de insensibile împotriva defectelor de angrenare provocate de particule de impurități sau mici neprecizii de execuție, așa cum trebuie să fie admise la fabricația în masă a elementelor interschimbabile de angrenaje, din motive economice.

8.3.1.2. Alegerea angrenajelor

Expunerea care urmează se referă în special la roți dințate cilindrice cu dinți drepți, deoarece aceste roți permit, datorită formei lor simple și posibilităților multiple de utilizare, aplicarea procedeelor economice de fabricație în măsură mult mai mare, decît toate celelalte tipuri de roți dințate.

Cunoștințele de bază asupra roților dințate și elementele sistemelor de angrenaje în lanternă (cu role), de angrenaje în cicloidă și de angrenaje în evolventă se presupun cunoscute din literatură. De aceea se vor da în cele ce urmează numai unele indicații asupra cerințelor specifice ale mecanicii fine.

a. Dantura normală în evolventă la 20°. Îndeosebi pentru angrenaje cu roți dințate cu raport mare de transmitere și cu pinioane cu număr mic de dinți, dantura normală în evolventă la 20° prezintă avantaje față de dantura mai veche în evolventă la 15°. De altfel aceste danturi nu intră în considerație decît pentru pași mai mari ($m > 1$).

Următoarele tipuri de danturi dimpotrivă sînt destinate în special pentru pașii mai mici ($m \leqslant 1$).

b. Dantura în cilcoidă cu joc mare pe flancuri. În fig. 8.3.9. se arată un angrenaj cu roți dințate în cicloidă cu joc mare pe flancuri, cum sînt cele folosite în construcția mecanismelor de ceasornic și a mecanismelor motoare, cu 6 dinți pentru pinion și 20 dinți pentru roată. Dinții tăiați din plin au flancurile picioarelor radiale, iar flancurile capetelor sînt epicicloide. Cîte două elemente componenete ale flancurilor dinților, care lucrează împreună K_1 și F_2, respectiv K_2 și F_1, se construiesc cu cîte un cerc de rulare comun, al cărui diametru este egal cu raza cercului primitiv al roții. Grosimea $\mathfrak{d}$ a dintelui, măsurată pe cercul primitiv, este mai mică la pinion decît la roată. Există următoarele relații:

Grosimea dinților: pinion $\mathfrak{d}_1 = 1{,}14\,\frac{t}{\pi}$; roată $\mathfrak{d}_2 = 1{,}57\,\frac{t}{\pi}$

Lățimea golului: pinion $\mathfrak{w}_1 = 2\,\frac{t}{\pi}$; roată $\mathfrak{w}_2 = 1{,}57\,\frac{t}{\pi}$

Jocul pe flancuri: $S_f = \mathfrak{w}_2 - \mathfrak{d}_1 = \mathfrak{w}_1 - \mathfrak{d}_2 = 0{,}43\,\frac{t}{\pi}$

Scanned with OKEN Scanner

Distanța între axe (care trebuie riguros respectată):

$$a = \frac{z_1 + z_2}{2} \cdot \frac{t}{\pi}.$$

Diametrele exterioare ale roților rezultă pentru dinții ascuțiți cu ajutorul valorilor C' pentru înălțimea capului dintelui, care se extrag din fig. 8.3.10 și care depind de numărul de dinți ai ameblor roți, astfel

$$d_{a1} = (z_1 + 2\,C_1')\,\frac{t}{\pi} \quad \text{și} \quad d_{a2} = (z_2 + 2\,C_2')\,\frac{t}{\pi}.$$

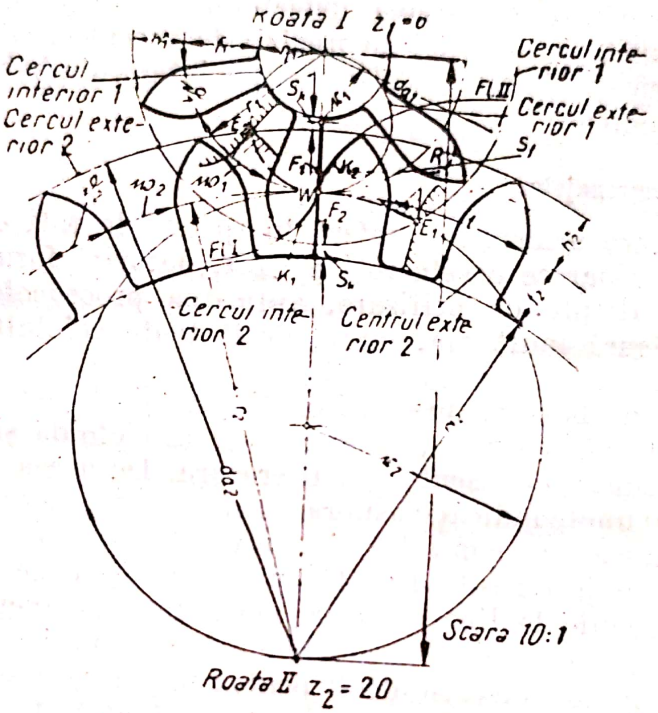


Fig. 8.3.9.
Dantură în cicloidă

Mărimea razelor r_f ale cercurilor interioare ale roților depinde, de asemenea, de valorile înălțimii capului dintelui. Dacă jocul la fundul dintelui S_k trebuie să aibă o valoare prescrisă, de exemplu $0{,}3 \cdot t/\pi$, atunci pentru pinion trebuie respectat

$$r_{f1} = \left(\frac{z_1}{2} - C_2' - 0{,}3\right)\frac{t}{\pi},$$

iar pentru roată

$$r_{f2} = \left(\frac{z_2}{2} - C_1' - 0{,}3\right)\frac{t}{\pi}.$$

c. Dantura în lanternă (cu role). În fig. 8.3.11 se arată o dantură cu role, asemănătoare cu dantura în cicloidă, având 6/20 dinți, care se folosește frecvent ca înlocuitoare a angrenajului cu roți dințate în cicloidă reprezentat în fig. 8.3.9. Pinionul în lanternă are 6 dinți (știfturi),

a căror poziţie reciprocă este fixată prin două discuri care formează corpul roţii. Roata nu trebuie să aibă, în cazul execuţiei corecte a angrenajului în lanternă, flancuri de cicloidă, ci aşa cum rezultă din fig. 8.3.11. La o execuţie îngrijită şi cu cel puţin 7—8 dinţi ai pinionului, proprietăţile de funcţionare ale acestor danturi sînt satisfăcătoare. Ele se pretează bine pentru angrenaje multiplicatoare (cînd roata mare este conducătoare) şi

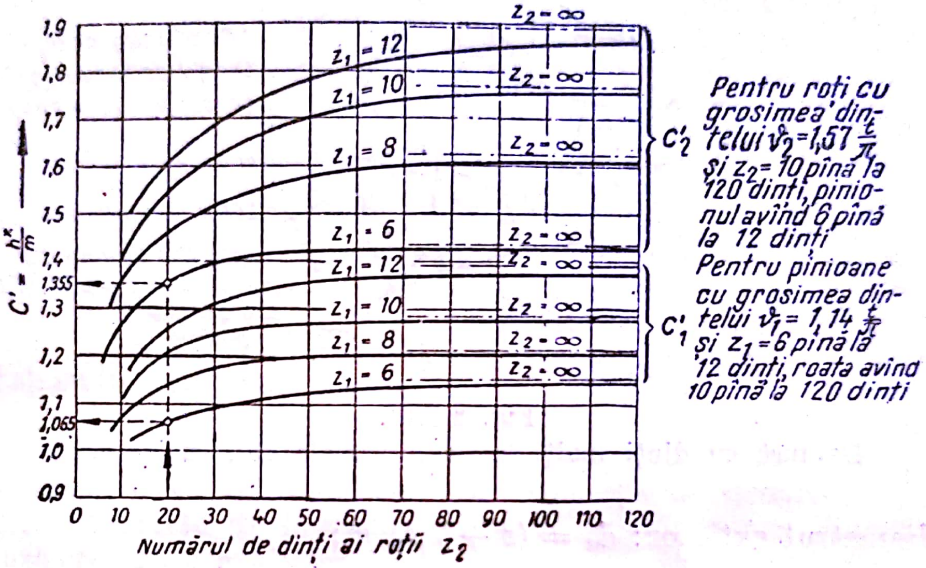


Fig. 8.3.10.
Înălţimile vîrfurilor dinţilor pentru dinţii în cicloidă

sînt deosebit de insensibile la murdărire. Angrenajul desenat cu 6 dinţi are un grad de acoperire $\varepsilon = 1{,}02$ care este prea mic. El reprezintă un caz limită care nu mai corespunde pentru execuţie.

d. Dantura cu dinţi înalţi în evolventă (15°) cu joc mare pe flancuri. Angrenajele cu această dantură (fig. 8.3.12) au caracteristicile roţilor din seturi de roţi împerechiate. Ele se pot folosi foarte avantajos pentru înlocuirea angrenajelor în cicloidă şi se pot executa cu sculele uzuale de danturare.

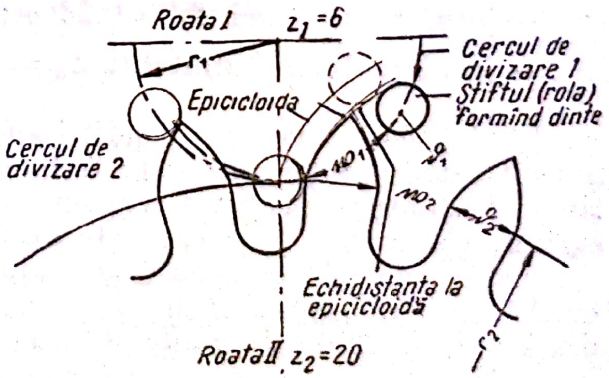


Fig. 8.3.11.
Dantură cu role de angrenare

Dantura înaltă în evolventă se deosebeşte de dantura în evolventă la 15° numai prin aceea că se folosesc roţi cu capetele dinţilor înălţate cu $0{,}2\,m$, la o distanţă între axe mărită cu $0{,}4\,m$. Prin strunjirea diametrului exterior al roţilor cu dinţi înalţi la $d_a = (z + 2)\,m$ rezultă roţile standardizate obişnuite. Dantura înaltă este adecvată pentru angrenaje cu joc mare şi pentru un număr de dinţi

ai pinionului de la 9 în sus, suma dinților trebuind să nu fie mai mică de 30. În acest caz toate roțile cu mai puțin de 30 dinți trebuie să fie danturate cu freza în formă de evolventă. Dimensiunile principale se determină după cum urmează:

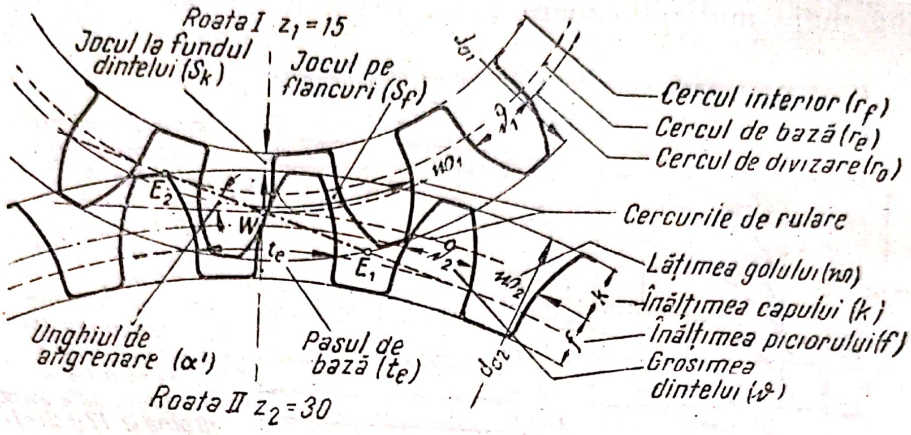


Fig. 8.3.12.
Dantură cu dinți înalți în evolventă, la 15°, cu joc mare

— diametrul exterior: $d_a = (z + 2{,}4)\ m$;

— raza cercului interior: $r_f = \left(\frac{z}{2} - \frac{7}{6}\right) m$;

— distanța între axe: $\alpha_0 + \Delta m = \left(\frac{z_1 + z_2}{2} + 0{,}4\right) m$;

— grosimea dinților $\mathfrak{d}$ = lățimea golului $\mathfrak{w} = \frac{\pi}{2} m = 1{,}57\ m$ măsurată pe cercul de divizare cu raza $r_0 = \frac{z}{2} m$;

— jocul pe flancuri $S_f = 0{,}23\ m$;

— jocul la fundul dintelui $S_k = 0{,}367\ m$.

Cînd trebuie realizate condiții speciale cu privire la angrenarea lină, flancul capului roții antrenate trebuie ușor rotunjit, ca la toate celelalte tipuri de dantură, pentru a crea un joc pentru intrarea în angrenare a flancurilor. Gradul de acoperire este destul de favorabil.

Astfel, de exemplu, la angrenajul cu 15/30 dinți reprezentat în fig. 8.3.12, $\varepsilon = 1{,}65$ și chiar în cazul cel mai defavorabil al angrenajului cu dinți înalți (9/21 dinți), gradul de acoperire mai are încă valoarea acceptabilă $\varepsilon = 1{,}25$.

e. Dantură în evolventă corijată pentru angrenaje de precizie fără joc. Dantura corijată are o deosebită importanță pentru mecanica fină. Ea asigură forme de dinți favorabile la angrenajele de precizie fără joc și cu rapoarte mari de transmitere și la angrenajele cu cremalieră ale căror pinioane au un număr mic de dinți, chiar

atunci cînd dantura normală uzuală nu mai satisface. Dantura corijată lărgește domeniul de folosire a danturii în evolventă al roților cilindrice, înspre domeniul numerelor mici de dinți, prin încadrarea sistematică a pinioanelor îmbunătățite cu dinții întăriți (roți corijate), în sistemul standardizat la 15°.

Roțile corijate se pot executa cu sculele de danturare uzuale, iar angrenajele corijate cu raport mare de transmitere, executate corect, se caracterizează printr-un mers uniform. Această afirmație este deosebit de valabilă la angrenajele corijate cu dinții înclinați, respectiv cu dinții curbi. Angrenajele cu cremalieră, care trebuie să aibă un mers lin și uniform, au de obicei dinți înclinați corijați.

O angrenare fără joc se poate realiza, pentru angrenajele reglabile și la o danturare mai puțin precisă, prin aceea că una dintre cele două roți se compune din două discuri dințate, așezate alăturat, unul din ele răsucindu-se astfel față de celălalt, sub efectul unor arcuri, încît jocul se compensează.

8.3.2. Materiale

Materialul pentru roți dințate (și pentru cremaliere) se alege în mecanica fină după alte criterii decît în construcțiile de mașini, deoarece dimensiunile mai mici, procedeele de fabricație diferite și solicitarea specifică adesea mai redusă creează o evaluare diferită a caracteristicilor materialelor. Astfel se folosesc tablă de alamă de o anumită compoziție chimică, aliaje din metale albe cu conținut ridicat de cositor și, în cazuri speciale, nichel. Prețul mai ridicat al acestor materiale intră mai puțin în considerație la dimensiuni relativ reduse; determinante sînt costurile mai reduse de prelucrare, uzura mai mică în funcționare sau rezistența superioară împotriva influențelor exterioare. Ca și în construcțiile de mașini, pentru perechile de roți se aleg pe cît posibil materiale diferite, ca oțel și alamă, bronz și bronz roșu, pentru a reduce uzura.

Alama se folosește mai ales pentru roțile cu mers încet, care nu transmit forțe însemnate, de exemplu, la ceasornice, aparate telegrafice, patefoane, mecanisme muzicale, contoare etc. Ea este preferată în aceste cazuri oțelului, deoarece se poate prelucra mai bine și nu ruginește. De obicei se prelucrează tabla de alamă, a cărei compoziție și duritate se adaptează, la fabricația de masă, de la caz la caz, destinației roților. Pentru roți care trebuie să aibă o rezistență mai mare sau care sînt supuse unei uzuri mai puternice, se alege atunci o calitate de alamă mai dură decît pentru cele mai puțin solicitate. Pentru acestea se folosește alama pentru roți, care conține circa 58—60% Cu și un adaos redus de plumb; tablele se laminează la cald. Alama laminată la rece (pentru presare) nu este corespunzătoare acestui scop, deoarece ea este prea tenace și gripează la prelucrarea cu scule așchietoare, formează multe bavuri și se crapă ușor.

Din oțel se execută mai ales roți dințate mici, pinioane, melci, roți melcate și, în general, acele roți dințate care deși de dimensiuni mici trebuie să aibă o rezistență ridicată sau trebuie să se uzeze cît mai puțin posibil. Calitatea de oțel care se folosește se alege în funcție de tipul și calitatea pro-

dusului. Pentru roţile dinţate ale ceasornicelor de valoare şi pentru melcii regulatoarelor de turaţie se foloseşte oţel tras la precizie; pentru melcii de dimensiuni mai mari se foloseşte uneori şi oţel de scule laminat. Roţi cilindrice din tablă de oţel moale se întîlnesc la mecanismele motoare ieftine.

Din bronz sau bronz roşu, în loc de alamă, se execută roţile dinţate cilindrice conice sau roţile melcate mai ales atunci cînd uzura trebuie să fie cît mai redusă posibil. Pentru contraroată, respectiv pentru melc, se alege în acest caz oţel. La contoarele de apă se execută din bronz roşu uneori şi roţile care vin în contact cu apa, deoarece bronzul roşu se păstrează mai bine în apă decît alama şi este mai ieftin decît nichelul, care este atacat cel mai puţin.

Aliajele din metale albe, cu conţinut ridicat de cositor, se folosesc pentru turnarea sub presiune a roţilor dinţate pentru mecanismele contoarelor de turaţii, ale tahometrelor, contoarelor electrice etc.

Nichelul este folosit, pe lîngă bronz, ca material pentru roţile dinţate ale contoarelor de apă. El se prelucrează, ca şi bronzul roşu, în formă de table sau bare. Preţul său este relativ ridicat, însă el rezistă cel mai bine în apă.

Fibra, hîrtia stratificată (de tipul „pertinax“) şi textilele stratificate (de tipul „textolit“) se folosesc pentru angrenajele silenţioase. Fibra este corespunzătoare pentru elementele de construcţie de dimensiuni mici; piesele respective trebuie însă să fie impregnate cu ulei, deoarece fibra este foarte higroscopică şi tinde spre deformare. Pentru roţile care merg în ulei sau sînt expuse unei umidităţi mai ridicate a aerului sau vaporilor de acizi, se preferă textilele stratificate.

Roţile dinţate din materiale plastice sînt ieftine, uşoare şi se pot executa cu precizie relativ ridicată.

8.3.3. Angrenaje cilindrice

Angrenajele cu axe paralele se pot executa considerabil mai uşor decît cele cu axe concurente sau axe încrucişate. Din acest motiv trebuie să se folosească pe cît posibil roţi cilindrice, mai ales la rapoarte mari de transmitere.

8.3.3.1. Construcţia roţilor dinţate

În timp ce roţile dinţate de mare precizie şi cu dimensiuni suficient de mari se strunjesc în general dintr-o bucată cu butucul destinat fixării pe arbore, în cazul dimensiunilor mai mici acest procedeu se aplică numai

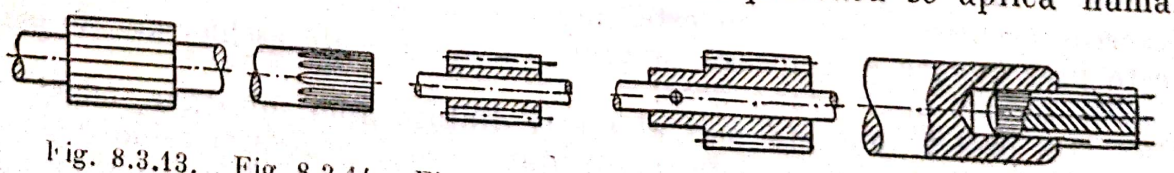


Fig. 8.3.13. Fig. 8.3.14. Fig. 8.3.15. Fig. 8.3.16. Fig. 8.3.17

Fixarea roţilor dinţate mici

la execuția prin turnare sub presiune sau prin presare. Roțile mici pentru contoare se pot executa în formă finită, prin turnare sub presiune, așa încît se elimină chiar și operația de tăiere a dinților.

Roțile mici cu un număr mic de dinți (pinioane) se execută adesea împreună cu arborele dintr-o bucată de oțel rotund, dinții fiind decuplați dintr-un umăr strunjit (fig. 8.3.13). La pinioanele foarte mici, dinții se pot tăia chiar direct din arborele neted. Forma danturii la ieșirea sculei din tăiere se poate vedea în fig. 8.3.14. Construcția reprezentată în fig. 8.3.13 se poate realiza și folosindu-se bare trase cu profilul danturii, care se strunjesc pe celelalte suprafețe. Dacă diametrul cercului interior este suficient de mare, pinioanele se pot executa din țeavă, fixîndu-se apoi pe arbore printr-o îmbinare directă prin ajustaj de presare (fig. 8.3.15) sau prin îm-

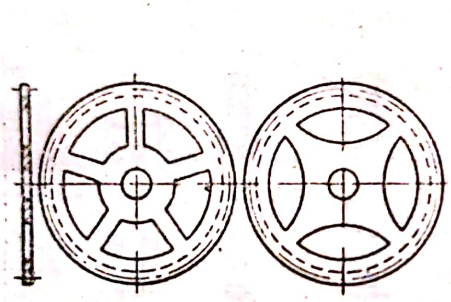


Fig. 8.3.18.
Corpuri de roți ștanțate

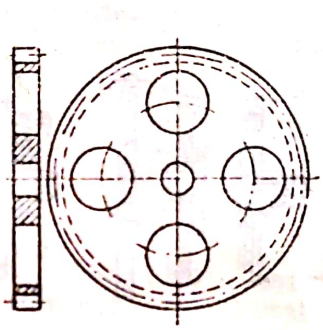


Fig. 8.3.19.
Corpuri de roți strunjite

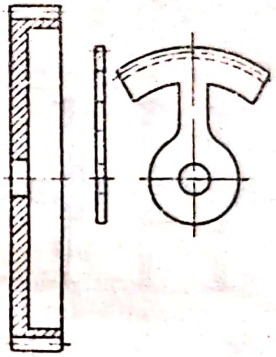


Fig. 8.3.20.
Segment dințat

Fig. 8.3.21.

binare indirectă (fig. 8.3.16). Pinioanele mici pot fi fixate eventual la capătul unui arbore mai gros (fig. 8.3.17), prin presarea unui fus, care s-a realizat prin strunjire aproximativ pînă la cercul primitiv.

Roțile cu coroana dințată îngustă se execută de obicei din șaibe de tablă decupate, care se îmbină apoi într-un mod corespunzător cu arborele sau cu o altă piesă fixată pe arbore.

Aceste roți se prevăd, de obicei, încă de la ștanțare cu decupări (fig. 8.3.18). Asemenea roți se folosesc mai ales la mecanismele motoare. Aici decupările mai prezintă și avantajul că piesele acoperite de discurile roților sînt mai accesibile, iar mișcarea lor poate fi observată mai ușor. Dacă corpurile roților sînt prea groase pentru a se putea ștanța decupările, corpurile pot fi găurite cu burghiul (fig. 8.3.19) sau strunjite (fig. 8.3.20). În afară de corpurile de roți în formă de discuri se decupează din tablă și segmenți dințați (fig. 8.3.21), dacă executarea matrițelor de ștanțare este rentabilă.

Corpurile de roți ca cel reprezentat în fig. 8.3.20 pot fi executate și prin ambutisare, cu prelucrare ulterioară parțială, fără a avea pierderi mari de material.

Roțile dințate astfel executate, în formă de disc sau clopot, se îmbină cu un butuc în vederea fixării pe un arbore, în afară de cazurile cînd se

fixează lateral o altă roată sau o piesă asemănătoare (fig. 8.3.22.—8.3.31). La mecanismele de ceasornic şi alte mecanisme motoare, care se execută în cantităţi mai mari, unele roţi se fixează pe butuc direct prin nituire (fig. 8.3.22—8.3.24). În fig. 8.3.22 se reprezintă un caz normal, în timp ce la execuţia arătată în fig. 8.3.23 butucul este înlocuit printr-un pinion. În fig. 8.3.24 este reprezentat un butuc elastic, iar în fig. 8.3.25 şi 8.3.26 se arată îmbinarea a două roţi printr-un butuc comun. Execuţiile reprezentate în fig. 8.3.22, 8.3.23, 8.3.25 şi 8.3.27 se pretează numai pentru montarea pe un fus, sau pentru presarea pe un arbore, în timp ce la roata arătată în fig. 8.3.24 butucul este crestat la ambele capete, roata fiind fixată pe arbore numai datorită părţilor butucului, care fiind elastice sînt puţin strînse înainte de montarea pe butuc a roţii. Această execuţie este adecvată pentru momente de torsiune foarte mici, cum se întîlnesc uneori

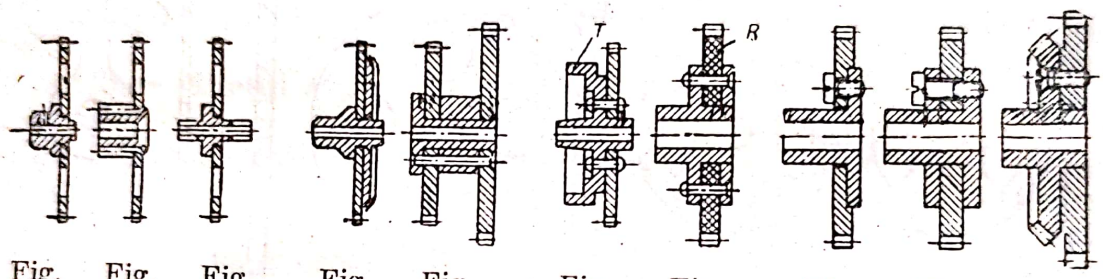


Fig. 8.3.22. Fig. 8.3.23. Fig. 8.3.24. Fig. 8.3.25. Fig. 8.3.26. Fig. 8.3.27. Fig. 8.3.28. Fig. 8.3.29. Fig. 8.3.30. Fig. 8.3.31.

Îmbinarea corpurilor roţilor dinţate cu butucul

la contoare. Roţile reprezentate în fig. 8.3.28—8.3.31 se fixează pe arbore printr-un ştift cilindric sau printr-un şurub de presiune. La fig. 8.3.26 îmbinarea directă prin nituire este asigurată printr-un ştift.

Dacă materialul roţii nu admite o nituire directă cu butucul (fig. 8.3.22—8.3.26) sau dacă pentru fixare există piese învecinate, deja fixate pe arbore, se folosesc de preferinţă nituri sau şuruburi speciale, care sînt amplasate la distanţă mai mare de axă (fig. 8.3.27—8.3.31). În acest caz, roata trebuie să fie centrată pe butuc sau pe un umăr, strunjit corespunzător, al piesei respective.

În fig. 8.3.27 se arată îmbinarea prin nituire a unei roţi dinţate în formă de disc cu tamburul în cifre T, realizat prin turnare sub presiune, iar în fig. 8.3.28 se arată îmbinarea, prin nituire, a unui disc dinţat R din material izolant cu un corp de butuc strunjit, fixarea făcîndu-se cu ajutorul unui inel de presiune separat.

Dacă îmbinarea trebuie să fie demontabilă, se folosesc îmbinări corespunzătoare prin şuruburi (fig. 8.3.29—8.3.31). La construcţia reprezentată în fig. 8.3.29, discul dinţat este centrat printr-o degajare strunjită. În fig. 8.3.30 se arată modul de fixare a unei roţi din material izolant, asemănător cu soluţia din fig. 8.3.27, iar în fig. 8.3.31 se arată îmbinările prin şuruburi ale roţii cilindrice cu o roată conică.

Scanned with OKEN Scanner

8.3.3.2. Fixarea roților dințate

Fixarea roților pe arbore se poate face prin lipire, presare, nituire, prin știfturi, înșurubare, înțepenire sau prin arcuire (v. și fig. 8.3.24). (Pene longitudinale și altele asemănătoare, ca în construcțiile de mașini, nu se iau în considerație decît în cazuri excepționale). Sistemul de fixare se alege mai ales în funcție de forma roții, de procedeul de execuție, de numărul de bucăți și de scopul de utilizare, care poate impune de exemplu un mers corect al roții, o interschimbabilitate ușoară etc.

Roțile dințate se fixează uneori prin lipire la lămpi și arzătoare (v. cap. 2.3.5.5), deoarece la aceste aparate contează mai puțin precizia și deoarece la ele se fac în orice caz unele lipituri, iar o schimbare de procedeu nu este recomandabilă.

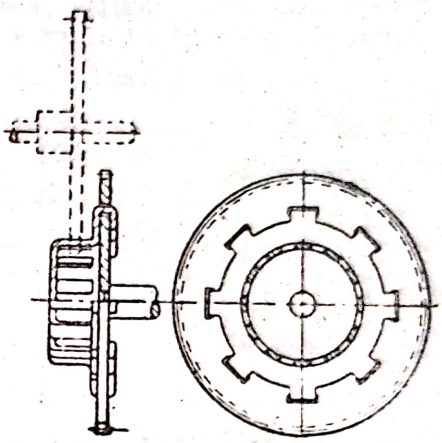


Fig. 8.3.32.
Pinion cu dantura în lanternă executat din tablă pentru o jucărie

La mecanismele de ceasornic sau la mecanismele motoare de orice fel, roțile se fixează printr-o îmbinare cu strîngere, dacă roțile sînt destul de groase sau dacă butucii lor sînt suficient de lungi. Acest procedeu este foarte rentabil la serii mai mari, mai ales atunci cînd pentru arbori se folosește oțel moale tras rotund care se zimțează în zona de îmbinare, așa încît este suficient un ajustaj mai grosolan.

Dacă roțile sînt prea subțiri pentru îmbinarea directă prin presare, ceea ce este întotdeauna cazul la roțile ștanțate, ele pot fi mai întîi prevăzute cu o bucșă și apoi fixate prin presare. Dacă se cere un mers corect, este de obicei preferabil să se fixeze întîi bucșa fără roată pe arbore, prin presare, apoi să se strunjească umărul pentru roata care se execută de obicei tot prin strunjire și în sfîrșit să se fixeze roata prin nituire sau înșurubare. În fabricația de masă, nituirea se poate face direct pe strung.

Roțile din hîrtie stratificată sau din textile stratificate pot fi fixate de asemenea prin presare directă. Dacă este nevoie, aceste roți pot fi ținute suplimentar prin două discuri laterale de oțel, fixate tot prin presare. La arborii cu interiorul gol, executați din țeavă de alamă sau de aluminiu, este posibilă îmbinarea arătată în fig. 8.3.33, la care roata se reazemă pe o nervură inelară, iar materialul țevii este presat, de la interior spre exterior, în decupări, amplasate în trei locuri.

Nituirea directă a roților pe un arbore este mai puțin rentabilă decît presarea, deoarece presupune strunjirea preliminară a arborelui cu umerii necesari. Dacă însă o roată dințată mai trebuie fixată direct lîngă un pinion, pinionul poate fi strunjit foarte bine pînă la cercul primitiv, iar roata se presează pe el și apoi resturile dinților pinionului se răsfrîng pe strung (fig. 8.3.34).

Fixarea prin știfturi intră în considerație mai ales atunci cînd îmbinarea trebuie să fie demontabilă. Această fixare presupune că există un butuc

care iese suficient de mult în afară. Uneori se folosește însă drept știft și o bucată de sîrmă, care este presată transversal prin butuc și arbore și care se asigură prin nituirea capetelor, așa încît se realizează o îmbinare nedemontabilă.

Pinioanele cu dantură în lanternă se compun de obicei dintr-un corp strunjit fixat pe arbore și din știfturi cilindrice de angrenare. La ceasornicele simple, locul corpului strunjit este luat de două discuri presate pe arbore. Corpul strunjit și discurile se execută din alamă, în timp ce pentru știfturile presate se alege oțel rotund tras (călit la albastru pînă la galben).

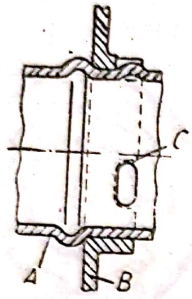


Fig. 8.3.33.

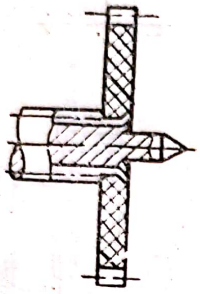


Fig. 8.3.34.

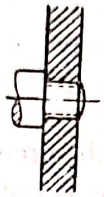


Fig. 8.3.35.

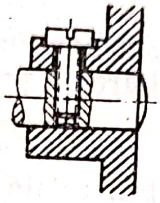


Fig. 8.3.36.

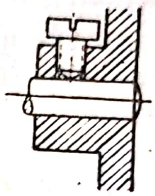


Fig. 8.3.37.

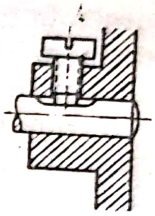


Fig. 8.3.38.

Fixarea roților dințate pe fus

În fig. 8.3.32 se arată o înlocuire ieftină pentru o dantură în lanternă. Pinionul se compune din două piese ștanțate, care sînt îmbinate între ele prin urechi. Fixarea pinionului din tablă pe arbore se realizează prin nituire.

O îmbinare directă prin șuruburi a unei roți dințate pe un arbore (fig. 8.3.35) prezintă dezavantajul că roata nu merge corect, ceea ce însă uneori nu supără la angrenajele cu roți dințate cu joc suficient. În afară de aceasta, trebuie să se prevadă, în funcție de sensul de rotire, filet pe dreapta sau pe stînga. Mai frecvent se întîlnește o îmbinare indirectă prin șuruburi (fig. 8.3.36). Dezavantajul acesteia constă în aceea că roata montată cu joc mai mare poate avea bătaie, datorită presării unilaterale, și că poziția exactă a roții după demontare și montare la loc nu poate fi garantată ca la fixarea printr-un știft conic. Slăbirea de la sine a șurubului în timpul funcționării poate fi împiedicată printr-o șaibă elastică. De altfel roțile mai mari sau coroanele dințate se îmbină frecvent în direcție axială prin șuruburi cu roți mai mici sau cu alte piese componente (fig. 8.3.31).

Roțile fixate prin înțepenire nu pot transmite forțe de rotire însemnate, dacă nu se prevăd în același timp și alte mijloace de fixare. În schimb, fixarea prin înțepenire permite deplasarea roții pe arbore și asigură o ușoară demontare și remontare. Execuția cea mai simplă este reprezentată în fig. 8.3.37, care se pretează și pentru acei arbori, care sînt prea subțiri pentru fixarea prin știfturi sau șuruburi (conform fig. 8.3.36). Un joc mare între arbore și roată provoacă și aici o bătaie a roții. Dacă roata trebuie să fie deplasabilă numai în direcție axială, arborele poate fi aplatisat prin frecare în locul de apăsare a șurubului (fig. 8.3.38).

Scanned with OKEN Scanner

8.3.3.3. Dantura dreaptă și înclinată

Spre deosebire de dantura dreaptă, folosită în majoritate la roțile cilindrice (cap. 8.3.1.1.), la care dinții sînt așezați paralel cu axele angrenajului, la dantura înclinată (fig. 8.3.2.) dinții sînt așezați la un unghi (înclinat) față de axe. Ei sînt înfășurați în jurul corpului cilindric de bază al roții cilindrice, ca și pașii unui șurub cu filetul pe dreapta sau pe stînga. La o roată cu înclinația pe dreapta corespunde o roată conjugată cu înclinația dinților pe stînga.

În mecanica fină roțile cilindrice cu dinți înclinați se folosesc acolo unde angrenajele cu roți cilindrice cu raport mare de transmitere sau roți mici cu număr mic de dinți pentru reglaje fine trebuie să aibă o angrenare cît mai uniformă și mai lină sau acolo unde la angrenajele cu roți dințate cilindrice cu turație mare se cere un mers cît mai silențios. Perechile de flancuri înclinate care lucrează împreună nu intră în contact brusc pe toată lățimea dintelui ca la dinții drepți, ci mai întîi pe un domeniu îngust, la una din muchiile dinților, domeniu care apoi se extinde pe întreaga lățime a dintelui. În afară de aceasta, perechile de flancuri ale dinților înclinați care lucrează împreună rămîn mai mult timp în angrenare decît la dantura dreaptă.

Ca dezavantaj al dinților înclinați trebuie menționat că forța periferică, care acționează în coroana dințată paralel cu planul roții, produce o forță axială care mărește presiunea în lagăre.

8.3.4. Angrenaje cu cremalieră

Angrenajele cu cremalieră din mecanica fină (fig. 8.3.3.), care trebuie să aibă un mers uniform, lin, se prevăd de obicei cu dantură înclinată.

Formele de execuție ale cremalierelor variază după situația constructivă respectivă. Ele se execută, de exemplu, din bare trase (fig. 8.3.3.) și se fixează prin șuruburi pe piesele corespunzătoare. Adesea dinții se taie și direct într-o altă piesă. Dacă o bară cilindrică ghidată în direcție axială trebuie prevăzută cu o dantură de cremalieră, dinții pot fi frezați pe porțiunea respectivă. În loc de aceasta se pot strunji foarte bine, în multe cazuri, canale cu profilul dintelui sau se poate folosi drept dantură chiar și un filet normal, roata dințată respectivă trebuind să fie prevăzută cu dinți înclinați cu un unghi corespunzător pasului filetului (cap. 8.3.3.3).

Angrenajul cu cremalieră arătat în fig. 8.3.39 servește, împreună cu un ghidaj de translație pe prisme, pentru deplasarea tubului A al unui microscop. Roata dințată conducătoare are dinții înclinați și sînt tăiați direct într-un guler de diametru mai mare al arborelui C. Arborele are ca mijloc de deservire un buton rotativ D și este rezemat în lagărele reprezentate de piesa de ghidare E. Cremaliera F este fixată prin șuruburile G

și H de piesa I, care împreună cu piesele E și K formează ghidajul. Angrenarea dintre cremalieră și roata dințată poate fi reglată prin așezarea de foițe metalice sub capetele cremalierei. Acestea au drept efect că cremaliera se așază elastic pe roata dințată la rostogolirea acestora.

O ghidare ceva mai simplă este reprezentată de angrenajul cu cremalieră al unui microscop (fig. 8.3.40). Aici țeava tubulară A reprezintă ea însăși o parte din ghidaj; în plus mai ghidează și bara rotundă I, fixată prin înșurubare.

La aparatele fotografice, dinții se taie uneori în fundul metalic A (fig. 8.3.41). Se prevăd de obicei două angrenaje cu cremalieră cuplate între ele, cu roțile B_1 și B_2. Fundul A este ghidat rectiliniu în șinele D_1 și D_2.

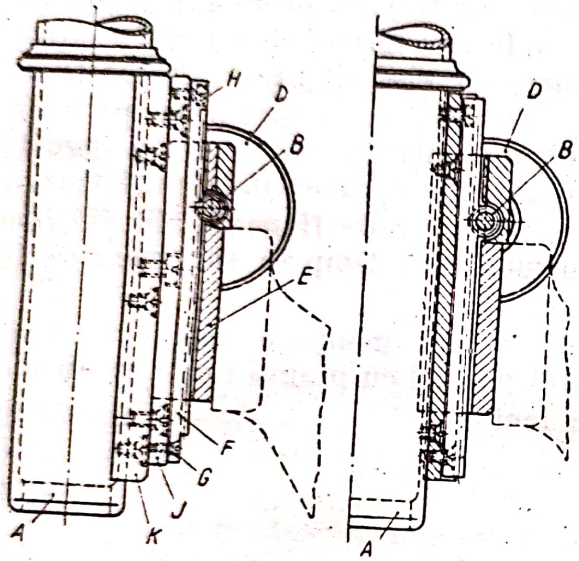


Fig. 8.3.39.

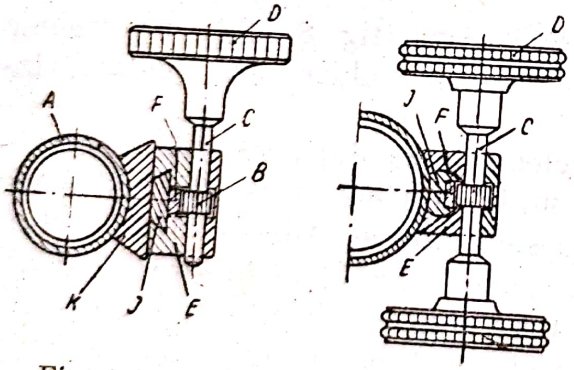


Fig. 8.3.40.

Angrenaje cu cremalieră pentru microscoape

În fabricația jucăriilor se întîlnesc angrenaje cu cremalieră, la care cremaliera este înlocuită (fig. 8.3.42) printr-un corp ștanțat din tablă, în care s-au prevăzut decupări pentru angrenarea dinților unei roți cilindrice.

8.3.5. Angrenaje conice

Deoarece executarea danturării la roțile conice este relativ dificilă, se recomandă ca roțile dințate conice să nu se prevadă decît atunci cînd o înlocuire prin angrenaje cu roți cilindrice nu este posibilă.

Dintre diferitele tipuri de dințare posibile pentru angrenajele conice, nu intră în considerație pentru roțile conice mici din mecanica fină decît dantura dreaptă. La aceasta dinții reprezintă piramide, a căror secțiune transversală are forma unui dinte în evolventă și al căror vîrf coincide cu punctul de întretăiere al axelor angrenajului cu roți conice.

Forme corecte de dinți se pot executa cu procedeul, scump, de rabatere sau cu procedee asemănătoare de rulare. În orice caz trebuie avut în vedere, la folosirea roților dințate conice, că execuția este ușurată dacă lățimea dinților realizează față de lungimea generatoarei conului de rulare raportul 1 : 3.

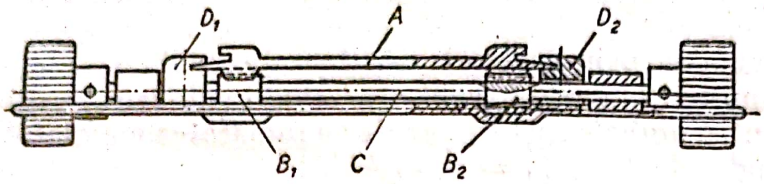


Fig. 8.3.41.
Angrenaj cu cremalieră pentru fundul extensibil al unui aparat fotografic

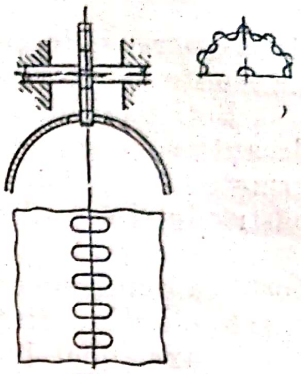


Fig. 8.3.42.
„Cremalieră" realizată sub formă de piesă ștanțată

Angrenajele conice trebuie să fie asamblate precis, pentru ca la angrenajul în funcționare axele să se întretaie în locul fixat prin proiect.

8.3.6. Angrenaje cu coroană

În multe cazuri pot fi folosite, fără a dezavantaja siguranța de funcționare, tipuri constructive de înlocuire, mai adecvate pentru fabricația de masă. Dintre acestea se iau în considerație mai ales angrenajele cu coroană (fig. 8.3.5.) La acestea o roată cilindrică normală angrenează cu o roată cu coroană. În fig. 8.3.43 se arată, de exemplu, o construcție pentru axe concu-

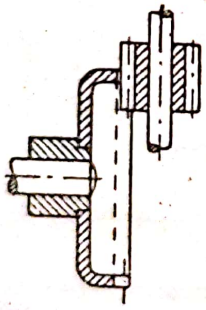


Fig. 8.3.43.

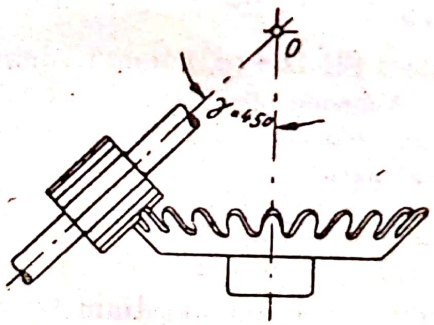


Fig. 8.3.44.
Angrenaje cu coroană

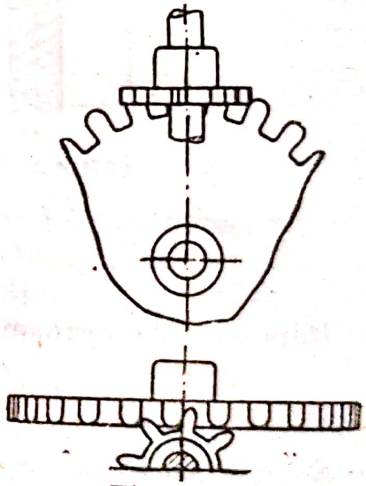


Fig. 8.3.45.

rente perpendiculare, în timp ce axele la execuția arătată în fig. 8.3.44 formează un unghi ascuțit. Construcția arătată în fig. 8.3.43 mai prezintă avantajul că roata cilindrică poate fi eventual deplasată, ceea ce nu este posibil la o execuție ca cea arătată în fig. 8.3.45.

8.3.7. Angrenaje elicoidale

Se numesc angrenaje elicoidale acele transmisii prin roți dințate la care axele nu sînt paralele nici concurente (fig. 8.3.46). De obicei, unghiul dintre axe este de 90°. Angrenajele elicoidale se pot executa cu mai multă ușurință

decît angrenajele cu melc reprezentate în fig. 8.3.47 și se folosesc pentru transmiterea fără joc a mișcării la forțe considerabile.

Roțile elicoidale, care angrenează împreună, trebuie să aibă elicea pe dreapta sau pe stînga. O schimbare a sensului elicei ambelor roți are drept urmare o schimbare a sensului de rotire a roții conduse, roata conducătoare păstrîndu-și sensul de rotire.

Diametrele d_0 ale cercurilor primitive ale roților elicoidale se comportă ca numerele de dinți numai în cazul excepțional cînd unghiurile medii β_1 și β_2 ale elicei dinților pentru ambele roți sînt egale cu jumătatea unghiului dintre axe, deci la un unghi de 90°, $\beta_1 = \beta_2 = 45°$.

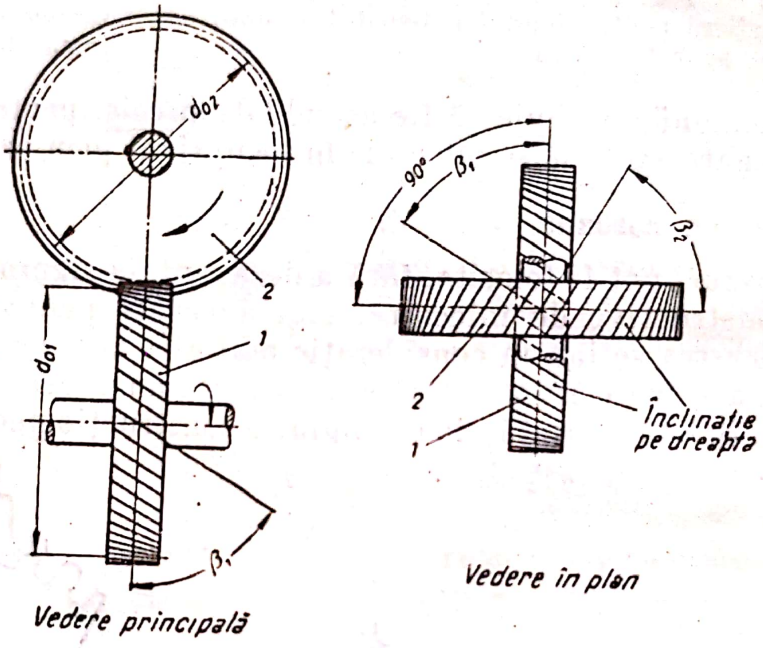


Fig. 8.3.46.
Angrenaj elicoidal

Raportul de transmitere este

$$i = \frac{z_1}{z_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{d_{01} \sin \beta_1}{d_{02} \sin \beta_2}.$$

Se vede că la roțile elicoidale cu același diametru al cercului primitiv avînd un unghi dintre axe de 90° se poate obține un raport de transmitere diferit de 1, de exemplu 1 : 2, dacă unghiurile elicelor se aleg astfel încît să fie îndeplinite condițiile

$$\frac{\sin \beta_1}{\sin \beta_2} = \frac{1}{2} \quad \text{și} \quad \beta_1 + \beta_2 = 90°.$$

8.3.8. Angrenaje cu melc

Pentru transmiterea mișcării între doi arbori care se încrucișează la unghi drept și pentru rapoarte mari de transmitere se folosesc de obicei angrenaje cu melc cu un singur început. Aceste angrenaje sînt de cele mai

multe ori autoblocante. Se înţelege prin aceasta, după cum se ştie, cazul cînd rezistenţa de frecare din angrenaj este suficientă pentru a face imposibilă o acţionare a melcului de către roata melcată. Acest lucru prezintă importanţă cînd un angrenaj cu melc este folosit pentru un mecanism motor cu arc sau greutate şi cînd trebuie împiedicat ca forţa arcului sau a greutăţii să rotească din nou angrenajul în sens invers, după încetarea acţionării pentru armarea arcului, respectiv ridicarea greutăţii.

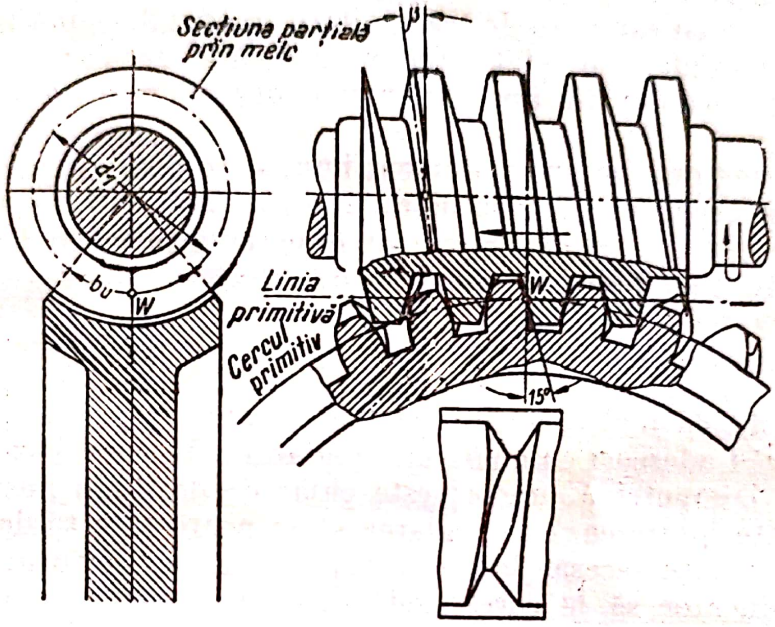


Fig. 8.3.47.
Angrenaj cu melc

Dacă un angrenaj cu melc (fig. 8.3.47) trebuie să fie autoblocant, trebuie să fie realizată condiţia $\operatorname{tg}\beta \leqslant \mu$, în care β este unghiul elicei filetului melcului, iar μ — coeficientul de frecare. Se determină în acest scop

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{g\,t}{d_1\,\pi},$$

în care g este numărul de începuturi ale melcului, d_1 — diametrul cercului primitiv al melcului, iar t — pasul roţii melcate în secţiune mediană. Coeficientul de frecare μ poate fi adoptat pentru angrenajele cu melc executate corect între limitele 0,05—0,1. Astfel, pentru autoblocare este necesar $\operatorname{tg}\beta \leqslant 0{,}05 \ldots 0{,}1$, iar $\beta \leqslant 3° \ldots 6°$.

8.3.8.1 Randamentul şi raportul de transmitere al angrenajelor cu melc

Randamentul angrenajelor cu melc este de obicei mai mic decît cel al altor transmisii prin roţi dinţate, mai ales atunci cînd angrenajul asigură autoblocarea.

Raportul de transmitere al angrenajelor cu melc cu g începuturi este, după cum se ştie, $g : Z$, dacă Z este numărul de dinţi ai roţii melcate. Deoarece, pentru a evita o angrenare defectuoasă, ar trebui ales $Z \leqslant 30$,

Scanned with OKEN Scanner

rezultă la melcul cu un singur început valoarea minimă a raportului de transmitere egală cu 1 : 30. Dacă raportul de transmitere al angrenajului cu melc trebuie să fie mai mic, intră în considerație două măsuri posibile: fie melcul se execută cu mai multe începuturi, realizîndu-se la un număr g de începuturi raportul $g : Z$, fie numărul de dinți ai roții melcate se execută mai mic decît 30 și se adoptă dantura în evolventă corijată pentru secțiunea mediană a angrenajului cu melc.

Pe această cale se pot realiza angrenaje cu melc cu un singur început, cu autoblocare și cu rapoarte de transmitere sub 1 : 30, pînă la aproximativ 1 : 12, al căror randament relativ redus nu supără, dacă se pot realiza forme constructive favorabile ale aparatelor sau mașinilor sau alte avantaje importante.

Cînd se pune preț pe un randament bun, se recomandă folosirea melcilor cu mai multe începuturi cu pas mare (pînă la $\beta = 30°$), la care trebuie să se prevadă la caz de nevoie un blocaj împotriva mișcării în sens contrar, deoarece aceste angrenaje nu prezintă autoblocare.

8.3.8.2. Angrenare reglabilă

Angrenajele cu melc folosite pentru reglarea fină a aparatelor și mașinilor se prevăd adeseori cu angrenare reglabilă. În acest caz nu interesează randamentul. Dimpotrivă, uneori este chiar de dorit un mers mai greu și înainte de toate interesează ca reglarea să se poată face totdeauna fără joc. În multe cazuri este necesar în acest scop ca unghiurilor egale de rotire ale melcului conducător să le corespundă drumuri riguros egale ale corpului

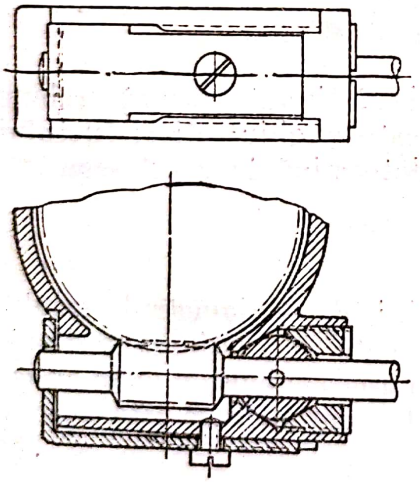


Fig. 8.3.48.

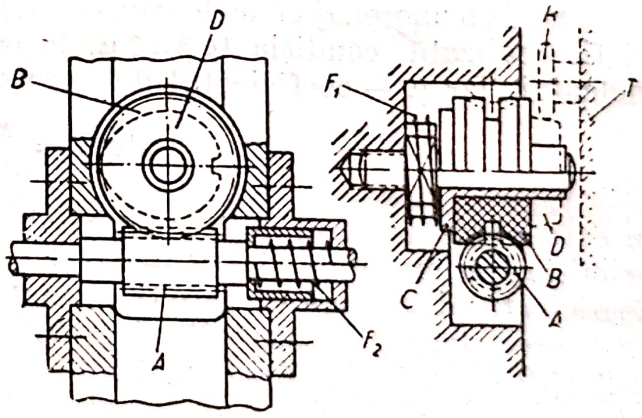


Fig. 8.3.49.

Angrenaje cu melc sau angrenare reglabilă

care trebuie reglat, pentru a se putea citi concomitent pe o scară gradată reglajul. Pentru a înlătura jocul pe flancuri, melcii se concep cu posibilitate de reglare radială. Reglarea se face adeseori în mod automat, sub influența unui arc. În fig. 8.3.48 este reprezentat un angrenaj cu melc, la care arborele melcului poate fi apăsat pe partea dreaptă înspre roata melcată, printr-un

șurub care apasă pe o pană de lagăr elastică. La execuția reprezentată în fig. 8.3.49, melcul A nu este rezemat elastic în lagăre, ci roata melcată B. Aceasta este executată din material izolant și este fixată pe o bucșă C care se poate deplasa axial și pe al cărei umăr lateral apasă un arc F_1. În acest sistem se folosește pentru reglaj numai partea roții care este apropiată de arc, ceea ce este desigur posibil numai dacă nu apar forțe importante. Roata poartă pe mijloc un canal, pentru ca dinții melcului să nu lucreze pe fund, provocînd astfel înțepeniri, dacă nu este asigurat un joc suficient la fundul dintelui. Un arc F_2 montat pe arborele melcului servește exclusiv pentru a provoca un mers mai greu.

8.3.8.3. Montaje simplificate

În multe cazuri se folosesc angrenaje cu melc simplificate. De obicei, forțele care trebuie transmise prin angrenaje cu melc sînt foarte mici, așa încît se poate renunța la îmbrăcarea (pe o anumită porțiune) a melcului de către roata melcată și se poate folosi o roată cilindrică cu dinții tăiați prin frezare și înclinați cu unghiul β (fig. 8.3.47) sau, mergînd mai departe, se poate folosi o roată dințată ștanțată din tablă subțire și avînd dinți drepți. Un avantaj considerabil al acestor construcții simplificate de roți melcate constă în aceea că aici sînt admisibile pentru distanța dintre axe aceleași toleranțe largi ca și la transmisiile prin roți dințate cilindrice cu dinții în evolventă.

Uneori se întîlnesc și melci cu filet ascuțit normal, care angrenează cu roți dințate cu dinți ascuțiți corespunzător, mai ales pentru angrenaje cu melc cu un singur început și raport de transmitere foarte mare.

În fig. 8.3.50 se arată o execuție, la care melcul este realizat prin presarea unui arc elicoidal pe un arbore. Roata corespunzătoare este o roată cilindrică, executată din tablă subțire și avînd dinți drepți (r_0 este raza cercului primitiv).

La angrenajul cu melc simplificat reprezentat în fig. 8.3.51, pentru un regulator de frînă (cap. 9.2.1), s-a prevăzut un contact între melc (diametrul cercului primitiv) și roată (raza r_2) într-un singur punct, ceea ce este admisibil în cazul unei presiuni pe dinte extrem de redusă la alegerea corespunzătoare a materialelor. La 16 dinți, corespunzînd unui raport de trasmitere 1 : 16, rezultă un diametru exterior al roții de 31,2 mm. Forma flancurilor, îndeosebi a flancului radial al dinților roții, este astfel aleasă, încît profilele care intră în contact reciproc se pot atinge numai pe muchia ascuțită a dinților de pe cercul exterior, avînd în rest un joc suficient de mare pe flancuri și la fund. Pasul melcului este notat prin S, iar jumătatea pasului unghiular al roții prin δ.

8.3.8.4. Proiectarea formei

În general se pot recomanda următoarele linii de urmat:

a. Cînd sînt de transmis forțe mai mari, se va alege forma de execuție, reprezentată în fig. 8.3.47, care are o suprafață mare de contact între flancuri.

b. La forţe mici se poate folosi drept înlocuitor al roţii melcate scumpe, pentru simplificarea construcţiei, o roată cilindrică îngustă cu dinţii înclinaţi frezaţi, realizîndu-se astfel o asamblare mai ieftină a angrenajului.

c. La transmisiile pentru transmiterea mişcărilor cu forţe foarte mici sînt admisibile simplificări considerabile ale formelor dinţilor şi ale roţilor care înlocuiesc roata melcată, corespunzător cu exemplele reprezentate în fig. 8.3.50 şi 8.3.51.

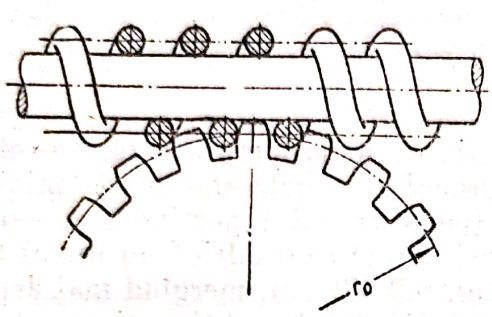


Fig. 8.3.50.

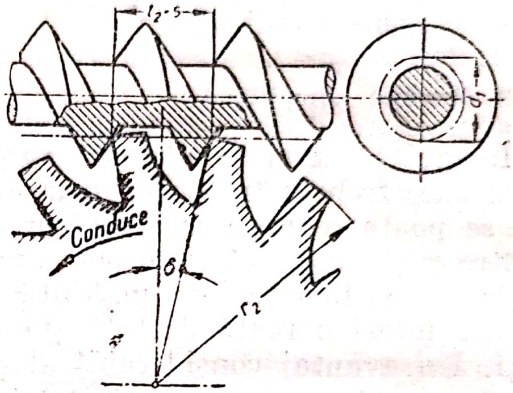


Fig. 8.3.51.

Angrenaje cu melc pentru selectoarele centralelor telefonice automate

d. La proiectarea angrenajelor cu melc sau a angrenajelor de înlocuire a acestora trebuie avută în vedere presiunea axială, care apare inevitabil în direcţia axei melcului, pentru a se evita astfel defectări şi pierderi suplimentare prin frecare.

8.3.9. Transmisii prin roţi de lanţ

Transmisiile prin roţi de lanţ sînt transmisii indirecte prin roţi dinţate cilindrice (fig. 8.3.52), la care dinţii celor două roţi de lanţ de pe axele A_1 şi A_2 angrenează împreună prin intermediul unui element de tracţiune, realizat de obicei sub formă de lanţ. Mişcarea de rotaţie a roţii conducătoare este întîi transformată într-o mişcare rectilinie a elementului de tracţiune, apoi această mişcare este transformată la rîndul ei într-o mişcare, tot de rotaţie, a roţii conduse. Elementul de tracţiune poate fi deci considerat în oarecare măsură echivalent cu o cremalieră articulată, fără sfîrşit.

8.3.9.1. Dantura

Pentru realizarea roţilor de lanţ şi pentru execuţia danturii sînt valabile pînă la o anumită limită aceleaşi principii ca şi pentru angrenajele cu cremalieră. Deoarece elementele lanţului pot fi considerate ca fiind bolţuri,

role etc. de formă cilindrică, așezate paralel cu axa, danturile roților de lanț fac parte din aceeași categorie ca și danturile roților lanternă (cu role) (cap. 8.3.1.3).

În fig. 8.3.52, Z este presiunea pe dinte care ia naștere la transmiterea forței prin lanț. Raportul de transmitere este

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{r_2}{r_1}.$$

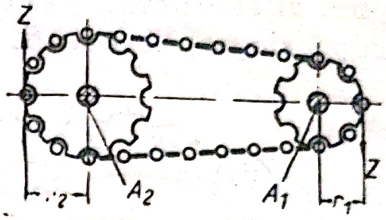


Fig. 8.3.52.
Reprezentarea schematică a unei transmisii prin roți de lanț

În fig. 8.3.53 se reprezintă schematic dantura unei roți de lanț, în care r este raza cercului primitiv al roții de lanț, t — pasul dintelui respectiv al lanțului, iar d — diametrul bolțului de lanț. Valoarea unghiului α este $\alpha = 360°/z$, în care z este numărul de dinți ai roții de lanț.

Se pot folosi relațiile

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{t}{2r}.$$

$$r = \frac{t}{2\sin\dfrac{180°}{z}},$$

și raportul de transmitere

$$i = \frac{z_2}{z_1}.$$

În ipoteza că pasul lanțului este egal cu pasul dinților roții de lanț, punctul B de pe periferia bolțului descrie (fig. 8.3.53), la intrarea în angrenare, respectiv la ieșire față de roata de lanț, un arc de cerc, a cărui rază este $t = d/2$ și al cărui centru este centrul bolțului A. Deoarece prin întinderea

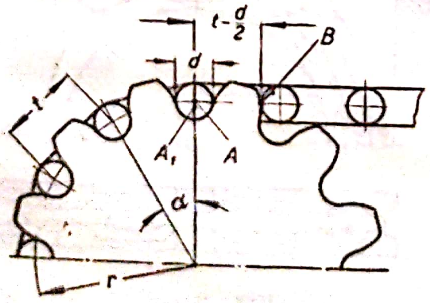


Fig. 8.3.53.
Dantura pentru roata de lanț

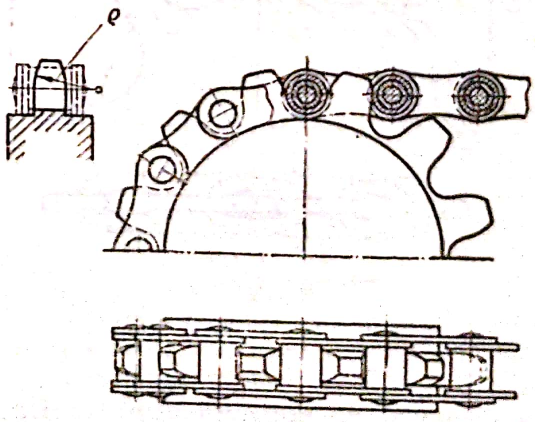


Fig. 8.3.54.
Lanț cu role

elementelor lanțului și prin uzură în articulații se va produce în funcționare o alungire a pasului lanțului, forma dintelui se realizează după un arc de cerc, al cărui centru este amplasat aproximativ în A_1, așa încît lanțul se mișcă singur, liber în B. Pentru ca lanțul să se așeze cu siguranță pe dinți, chiar și la abateri laterale, profilul transversal al dinților se rotunjește cu raza ρ.

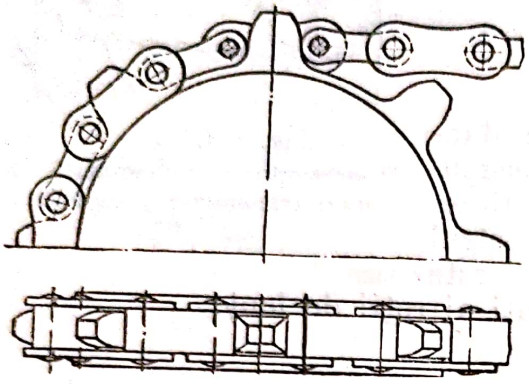


Fig. 8.3.55.
Lanț bloc

8.3.9.2 Lanțuri articulate

Pentru transmiterea forțelor mai mari, ca și în toate cazurile cînd se cere un pas exact al lanțului, se folosesc transmisii cu lanțuri articulate, și anume acestea pot fi lanțuri cu role sau lanțuri-bloc.

Dacă la un lanț articulat bolțurile fixate prin nituire se îmbracă în role (cămăși) din oțel dur, se obține un lanț cu role (fig. 8.3.54). Mai simplu de executat este lanțul bloc (fig. 8.3.55), la care elementele-bloc sînt executate tot din oțel dur.

8.3.9.3. Lanțuri cu zale

La lanțurile cu zale se folosesc două tipuri de construcții de roți: cu dantură pe coroană simplă sau cu dantură pe coroană dublă.

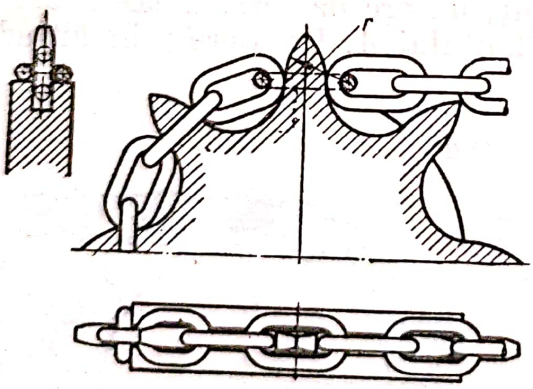


Fig. 8.3.56.
Dantura pe coloană simplă

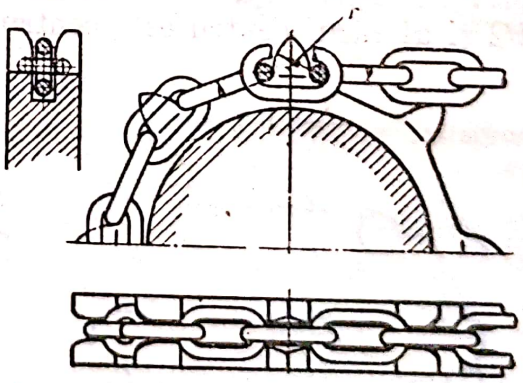


Fig. 8.3.57.
Dantura pe coroană dublă

La dantura pe coroană simplă (fig. 8.3.56), zalele folosite pentru angrenare se află în planul roții de lanț, iar pentru celelalte zale trebuie creată o posibilitate de așezare prin umeri cilindrici laterali. În fig. 8.3.58 se arată

o asemenea dantură pentru un mecanism motor cu greutate, la care s-au mai prevăzut și borduri laterale. Pentru forțe mai mici se folosește dantura

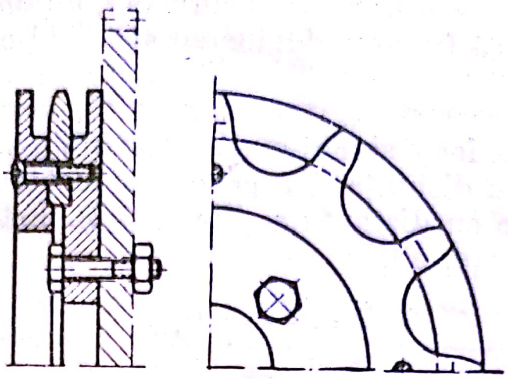


Fig. 8.3.58.
Roată dințată cu coroană simplă cu borduri laterale

cu coroană dublă (fig. 8.3.57). Zalele lanțului în angrenare sînt așezate perpendicular pe planul roții.

8.4. MECANISME CU PANĂ

Dacă într-un cadru *a* (fig. 8.4.1) două piese *b* și *c* se pot deplasa în direcții diferite, de preferință perpendicular una față de cealaltă, piesa *c* poate fi împinsă în contra unei forțe *Q* prin aceea că piesa *b*, prevăzută cu o suprafață înclinată, este împinsă cu o forță *P*. Asemenea mecanisme cu pană se execută de obicei în felul următor: pana *b* poartă o suprafață conică, pe care se reazemă piesa *c* (fig. 8.4.2). Mecanisme cu pană de acest fel sînt în oarecare măsură și îmbinările prin pană (cap. 2.6).

Făcînd abstracție de frecare, rezultă relația $P = N \sin \alpha$, în care N este presiunea normală (perpendiculară pe suprafața penei), iar α — jumătatea unghiului conului (unghiul de împănare). Aceeași relație este valabilă și pentru mecanismul cu pană reprezentat schematic în fig. 8.4.1, în care α este unghiul de împănare. Deoarece $Q = N \cos \alpha$ se obține

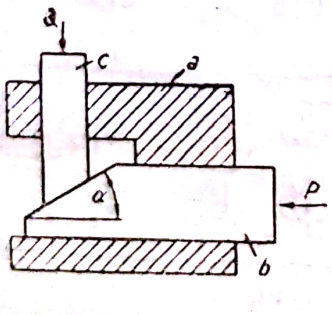


Fig. 8.4.1.
Ghidaj prismatic

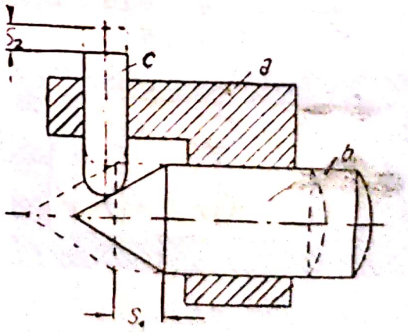


Fig. 8.4.2.
Ghidaj cilindric

$$\frac{P}{Q} = \frac{N \sin \alpha}{N \cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha,$$

De aci rezultă că raportul de forţe P/Q creşte cu unghiul de împănare. Deci, atunci cînd o forţă P mică trebuie să învingă o presiune Q considerabil mai mare, trebuie ales, ca şi la o îmbinare prin pană, un unghi de împănare mic. Trebuie însă observat că frecarea devine cu atît mai mare, cu cît unghiul α este ales mai mic.

În mecanica fină interesează însă, în general, la mecanismele cu pană, mai puţin raporturile de forţe şi mai mult raportul de transmitere al mişcării, cînd prin deplasarea cu distanţa s_1 a penei conducătoare b, piesa condusă c trebuie să se deplaseze cu distanţa s_2 (fig. 8.4.2). Este valabilă aci relaţia inversă celei pentru forţe, adică

$$\frac{s_2}{s_1} = \frac{P}{Q} = \operatorname{tg} \alpha.$$

Cu cît se alege α mai mic, cu atît trebuie să fie s_1 mai mare, pentru a obţine o anumită deplasare s_2, şi invers. Dacă se alege $\alpha = 45°$, atunci $\operatorname{tg} \alpha = 1$ şi deci $s_1 = s_2$. În general nu este recomandabil să se adopte un unghi de împănare mai mare de 45°, deoarece atunci condiţiile de frecare devin prea defavorabile şi se produce cu uşurinţă o blocare prin aşezare înclinată în ghidajul piesei c.

Mecanismele cu pană, la care pana este acţionată direct cu mîna sau cu maşina, se întîlnesc relativ rar în mecanica fină, de exemplu la broaştele de siguranţă cu cilindri. De cele mai multe ori pana este împinsă cu ajutorul unui mecanism cu şurub (cap. 8.5).

Mecanisme cu pană cu acţionare directă sînt, de exemplu, clapetele de blocare (cap. 4.3.1.3). În fig. 4.3.14 se arată o construcţie cu clapetă dublă, la care sertarul de blocare B, prevăzut cu suprafeţe înclinate corespunzătoare,

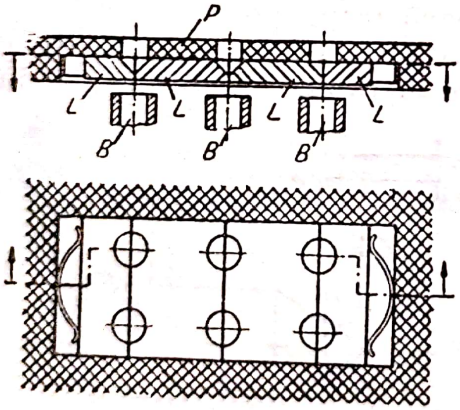


Fig. 8.4.3.

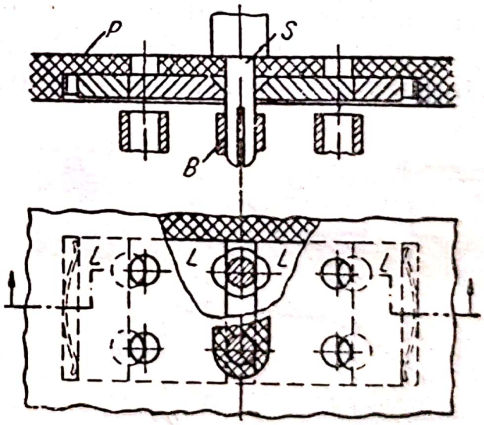


Fig. 8.4.4.

Mecanism cu pană la un întrerupător multiplu cu fişe şi cu instalaţie de siguranţă

este mişcat prin apăsarea uneia din clapetele conice. La execuţiile reprezentate în fig. 4.3.11 şi 4.3.14 piesa B care trebuie mişcată este fixată cu posibilitate de rotaţie.

Ca un alt exemplu pentru un mecanism cu pană cu acţionare indirectă se arată în fig. 8.4.3 şi 8.4.4 o instalaţie de siguranţă la un întrerupător cu fişe multiplu. După cum se vede din fig. 8.4.3, în faţa găurilor dintr-o placă

izolată P se găsesc bucșele B pentru fișe. Sub placa P sînt însă așezate riglele L, prevăzute cu adînciturі conice corespunzătoare, care sînt astfel ghidate, încît se pot deplasa lateral. Prin arcuri ele sînt ținute în poziția de repaus (fig. 8.4.3). Cînd o fișă dublă S se introduce în una din perechile de găuri, apăsarea știfturilor fișei asupra suprafețelor conice ale riglelor le deplasează pe acestea (fig. 8.4.4), așa încît celelalte adînciturі conice nu mai stau în fața găurilor din placa P și deci nu este posibil să se introducă o a doua fișă.

8.5. MECANISME CU ȘURUB

Prin desfășurarea unei suprafețe înclinate pe un cilindru, se obține o suprafață de șurub (elicoidală). Fig. 8.4.1 poate fi deci considerată oarecum și ca o reprezentare a „desfășurării" unui mecanism cu șurub. În locul deplasării penei b în direcția forței P, ca în fig. 8.4.1, apare în acest caz o rotire a șurubului, ca în fig. 8.5.1, care are ca urmare o deplasare a piuliței

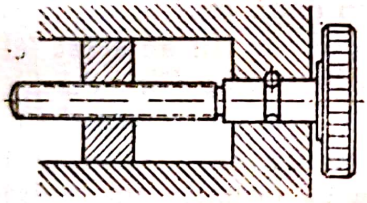


Fig. 8.5.1. Șurub cu lagăr

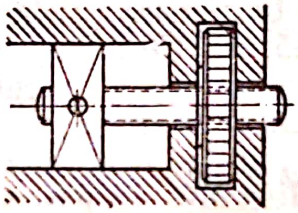


Fig. 8.5.2. Piuliță în lagăr

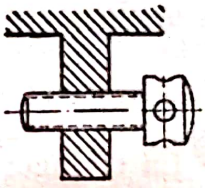


Fig. 8.5.3. Șurub înșurubat

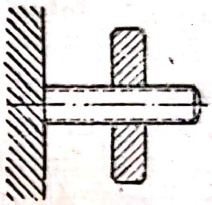


Fig. 8.5.4. Piuliță înșurubată

în direcție axială în contra unei presiuni. La construcția reprezentată în fig. 8.5.1, șurubul se poate roti în lagăr, iar piulița ghidată rectiliniu în cadru se deplasează în direcție axială la rotirea șurubului. În loc de aceasta, piulița poate fi fixată, cu posibilitate de rotație, în reazem (fig. 8.5.2), iar șurubul ghidat rectiliniu, așa încît acesta se deplasează axial la rotirea piuliței. Mai simple apar construcțiile reprezentate în fig. 8.5.3 și 8.5.4, unde piulița, respectiv șurubul, sînt imobile, iar cealaltă piesă se mișcă după o linie elicoidală, deci se rotește și în același timp se deplasează axial, putînd fi astfel folosită și pentru deplasarea unei piese ghidate rectiliniu, separate, nereprezentată pe desen. Cu privire la realizarea mijloacelor de deservire folosite pentru rotirea șurubului sau piuliței vezi cap. 6.7.

8.5.1. Tipuri de filete

Deoarece mecanismele cu șurub mici din mecanica fină transmit în general forțe relativ reduse, iar frecarea intră foarte puțin în considerație din această cauză, se pot folosi fileturi normale de fixare. Trebuie doar verificat în cele mai multe cazuri, dacă trebuie ales un filet fin sau grosolan, cu pas mai mic sau mai mare, și dacă acest filet trebuie tăiat foarte precis sau dacă precizia are o importanță mai mică. Fileturi executate precis sînt necesare pentru mecanismele care servesc la reglarea aparatelor astronomice, a micrometrelor, a mașinilor de măsurat, a microscoapelor de măsurat etc.

La dimensiuni mai mari se preferă un filet trapezoidal care dă, datorită unghiului său mai mic dintre flancuri (30°), o frecare mai redusă.

Pentru un reglaj fin, trebuie folosit un filet fin. Dacă pe de altă parte mișcarea trebuie executată rapid, pasul unui filet normal cu un singur început nu va mai fi suficient, fiind necesar atunci un filet cu mai multe începuturi. Astfel, de exemplu, la binocluri (fig. 8.5.17) se folosesc pentru reglarea rapidă a distanței oculare fileturi cu 6—8 începuturi. Cînd se cere un pas deosebit de mare nu este necesar să se execute la asemenea fileturi cu mai multe începuturi toți pașii filetului. De obicei ajunge în multe cazuri un filet simplu cu pasul respectiv.

8.5.2. Reducerea jocului filetului

La șuruburile micrometrice, jocul dintre șurub și piuliță (mersul în gol) trebuie de obicei micșorat prin măsuri corespunzătoare. În acest scop se poate folosi în unele cazuri o tensionare axială prin două piulițe ale filetului șurubului (fig. 8.5.18 și 8.5.19). Un reglaj deosebit de fin de acest fel se obține prin folosirea unui mecanism cu șurub diferențial (fig. 8.5.5). Aci filetul exterior al contrapiuliței B are un pas mai mic decît filetul interior al fusului. La strîngerea piuliței B aceasta este deplasată axial față de piesa A, corespunzător cu diferența de pas, ceea ce permite un reglaj foarte fin al filetului.

În multe cazuri este suficientă o tensionare radială (fig. 8.5.20), sau „lagărul“ șurubului se execută din două părți (fig. 8.5.6) iar părțile sînt

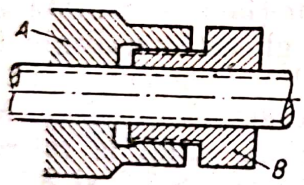


Fig. 8.5.5.
Mecanism cu șurub diferențial pentru strîngere axială

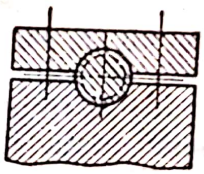


Fig. 8.5.6.
Filet interior secționat

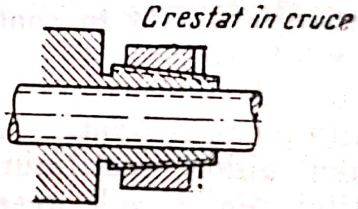


Fig. 8.5.7.
Adaos conic filetat și crestat

strînse prin șuruburi. În loc de aceasta se poate cresta în cruce și piesa care poartă filetul interior, iar urechile elastice astfel obținute se strîng radial printr-o piuliță cu filet conic.

Mecanismele cu șurub reprezentate în fig. 8.5.1 și 8.5.2 nu au în prea mare măsură tendința de a se deplasa datorită vibrațiilor sau altor cauze asemănătoare, deoarece frecarea în ghidaje împreună cu frecarea din filet oferă de obicei o siguranță suficientă. În schimb sînt necesare totdeauna asigurări speciale pentru șuruburile de reglaj sau piulițele arătate în fig. 8.5.3 și 8.5.4.

Pentru asigurare se pot lua în primul rînd aceleași măsuri ca cele indicate pentru înlăturarea jocului, deci tensionări axiale (fig. 8.5.18 și 8.5.19) sau tensionări radiale (fig. 8.5.20). La tensionarea axială este de obicei suficientă

o ușoară încovoiere a celor două părți filetate (fig. 8.5.18). Dacă este cazul, siguranța mai poate fi mărită prin aceea că piesele sînt apropiate sau depărtate cu ajutorul unor șuruburi separate, fiind astfel presate una către cealaltă (fig. 8.5.19).

Uneori nu este necesară o siguranță specială, dacă la strîngerea șuruburilor piesele capătă o tensionare ca la construcțiile arătate în fig. 8.5.8—8.5.10. La lagărul-cuțit reglabil pentru cîntare (fig. 8.5.8), capătul elastic

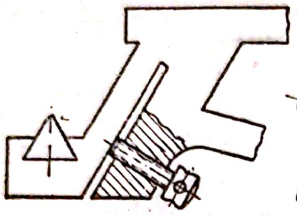


Fig. 8.5.8.
Cuțit de lagăr reglabil

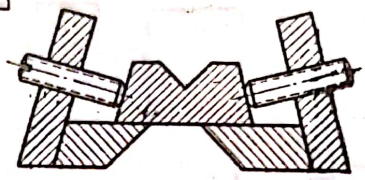


Fig. 8.5.9.
Peniță de lagăr reglabilă

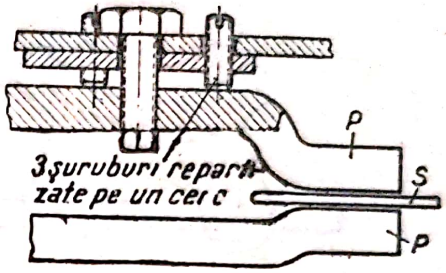


Fig. 8.5.10.
Magnet de frînă reglabil

al grinzii care poartă cuțitul exercită o contrapresiune pe șurubul de reglaj, în timp ce la execuțiile arătate în fig. 8.5.9. și 8.5.10 al doilea șurub de reglaj, respectiv capul hexagonal al șurubului solicitat la tracțiune, servesc drept contrareazem.

Pe o tensionare radială se bazează și asigurarea printr-un șurub de presiune care acționează lateral asupra filetului (fig. 3.4.59). Pentru a nu vătăma filetul s-a intercalat acolo o plăcuță de cupru. Tensionarea radială obținută printr-un șurub de presiune lateral sau ca în fig. 8.5.20 prezintă, față de asigurarea printr-o contrapiuliță, avantajul că se evită o deplasare neintenționată a șurubului la strîngerea sau desfacerea siguranței.

8.5.3. Folosirea mecanismelor cu șurub

Mecanismele cu șurub (fig. 8.5.1) se folosesc pe scară largă drept mecanisme pentru reglaj fin la aparatele optice și dispozitivele de măsurat.

La toate aceste mecanisme se pune în primul rînd problema evitării jocului axial la lagărul fusului filetat. În acest scop, fusul filetat este de

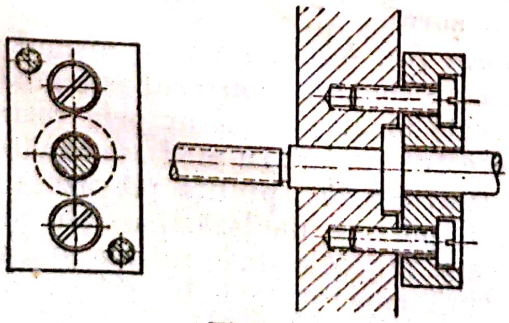


Fig. 8.5.11.
Lagăr cu umăr, cu șuruburi de compresiune și de tracțiune

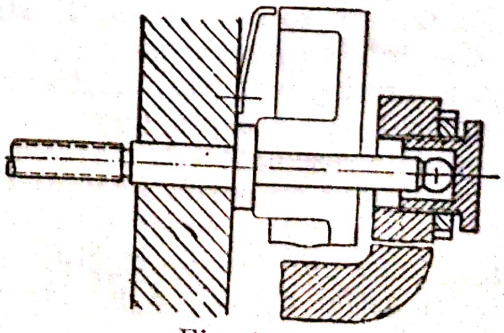


Fig. 8.5.12.
Șurub de crapodină cu contrapiuliță

obicei prevăzut în porțiunea de rezemare în lagăr cu un umăr, jocul axial putînd fi reglat de exemplu printr-o placă găurită și două șuruburi de tracțiune și două de compresiune (fig. 8.5.11). Dacă umărul nu este accesibil, cum este cazul la dispozitivul de măsurat din fig. 8.5.12, se poate prevedea o crapodină cu reglaj special.

Cînd piesele unui aparat trebuie mișcate una față de alta printr-un mecanism cu șurub în felul arătat în fig. 8.5.13, cum se întîlnește la anumite

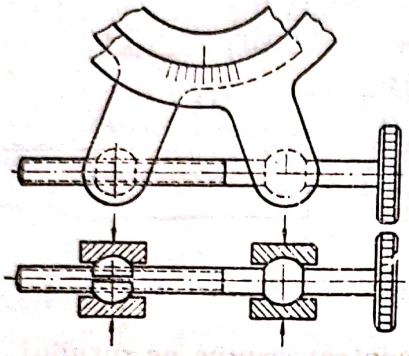


Fig. 8.5.13.
Reglarea fină a unui instrument pentru măsurarea unghiurilor

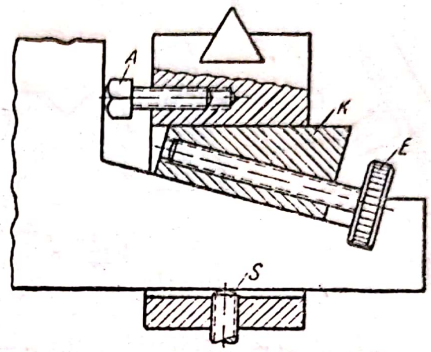


Fig. 8.5.14.
Reglarea cuțitului la un cîntar

aparate optice, tija șurubului cu piulițele crestate în vederea eliminării jocului axial se introduce în lagăre cu interiorul sferic, care permit schimbarea necesară a orientării axei șurubului față de aparat. Lagărul trebuie astfel conceput, încît aripile lagărului să poată fi strînse împreună cu o anumită presiune, cum se arată în figură prin săgeți.

Un mecanism cu pană, la care pana este deplasată de un mecanism cu șurub, este reprezentat în fig. 8.5.14. „Lagărul șurubului" este realizat dintr-un canal în care se reazemă capul striat al șurubului *E*. Asigurarea se efectuează prin capul unui șurub de siguranță *A*, înșurubat într-un suport al cuțitului, și care apasă pe un prag al grinzii cîntarului. Reglarea poziției în înălțime a cuțitului se face de asemenea prin deplasarea penei *K*. Șurubul de blocare *S* asigură atunci poziția reglată. Asemănător acționează mecanismul cu pană la o clemă de stativ (fig. 4.2.45). Acolo servește drept pană piulița *G* care se deplasează la strîngerea șurubului.

Exemple de mecanisme cu șurub conform fig. 8.5.2. La mecanismul cu șurub al unui șubler (fig. 8.5.15), șurubul care comandă cursorul este ghidat în cursorul din dreapta (care poate fi fixat) și este deplasat prin rotirea unei piulițe rezemate într-o crestătură a acestui cursor. În mod asemănător, la mecanismul cu șurub al unui binoclu (fig. 8.5.17), piulița prevăzută în mijloc cu un guler striat este asigurată împotriva deplasării axiale prin fixarea între piulițele de legătură inferioară și mijlocie. Prin rotirea piuliței poate fi astfel deplasată puntea de legătură superioară îmbinată cu cele două oculare.

La exemplele reprezentate în fig. 8.5.15 și 8.5.17, fusul filetat este asigurat nemijlocit prin legătura sa cu piesele ghidate rectiliniu împotriva

rotirii. La dispozitivul de întindere cu arc de tip simplu, (fig. 8.5.16), asigurarea nu ar fi realizată, deoarece arcul nu este destul de rezistent împotriva răsucirii. De aceea șurubul este aplicat pe o parte, cum se vede din secțiune, și introdus într-o gaură din perete de formă corespunzătoare, fiind astfel ghidat. Piulița M_1 servește pentru reglare, iar M_2, ca asigurare. Un mecanism cu pană la o clemă de stativ, la care „pana" este deplasată de un mecanism

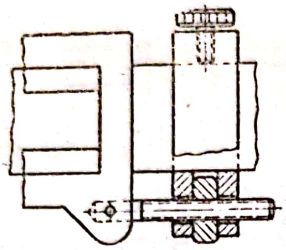


Fig. 8.5.15.
Cursorul unui șubler

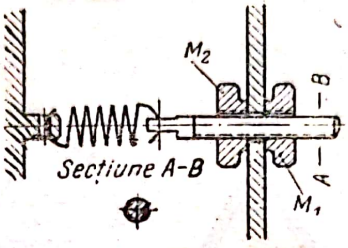


Fig. 8.5.16.
Întinzător cu arc

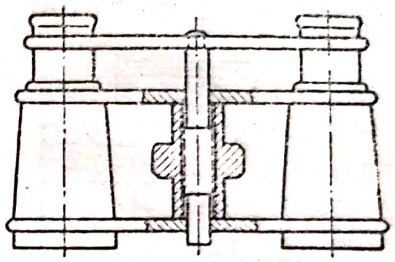


Fig. 8.5.17.
Binoclu

cu șurub asemănător, este reprezentat în fig. 4.2.44, unde boltul filetat S este apăsat lateral înspre tija stativului, prin rotirea piuliței.

Un șurub de reglaj simplu ca cel reprezentat în fig. 8.5.3 se folosește nu numai pentru deplasarea unei piese ghidate sau pentru întinderea unui arc (fig. 7.2.33), ci și ca limitator reglabil (șurub tampon), ca șurub de lagăr, pentru a schimba jocul axial sau poziția unei piese fixate pe un arbore față de alte piese imobile (fig. 3.4.42), sau ca șurub de contact.

Exemple de mecanisme cu șurub de acest fel, la care nu este imobilă piesa care poartă filetul interior, ci un „cadru" care stă în fața șurubului, sînt cunoscutele picioare cu șurub ale stativelor pentru aparatele de măsurat care trebuie reglate într-o anumită poziție, de exemplu, după nivela cu bulă de aer.

Asemenea stative au trei picioare cu șurub. Capetele șuruburilor sînt executate sferic (cap. 3.4.4.2) și se reazemă în adînciturile conice ale unor

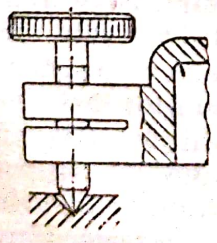


Fig. 8.5.18.

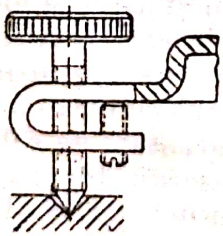


Fig. 8.5.19.

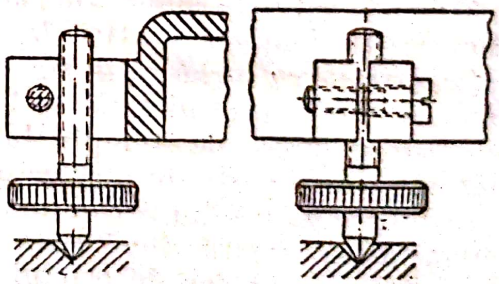


Fig. 8.5.20.

Picioare cu șurub pentru aparatele fine, cu blocaj de înțepenire

plăci speciale, care repartizează presiunea pe baza de sprijin. La execuția reprezentată în fig. 3.4.126 lagărul este închis printr-un capac separat, înșurubat, prevăzut cu o gaură mărită în A pentru introducerea sferei (fig. 3.4.127). În acest caz, plăcile de bază rămîn atîrnate de șuruburi la ridicarea aparatului de pe suprafața de sprijin.

Dacă picioarele cu șurub reprezentate în fig. 8.5.18—8.5.20 se prevăd cu vîrfuri, este recomandabil ca un șurub să se reazeme într-o adîncitură conică a suprafeței de sprijin, în timp ce celelalte două șuruburi să se așeze în canale radiale în formă de V, pentru ca ele să se poată deplasa puțin în timpul reglării.

O reglare asemănătoare cu cea de la picioarele cu șurub pentru stative se poate folosi și pentru piesele care trebuie să fie reglate în toate direcțiile

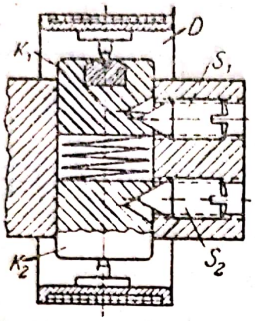


Fig. 8.5.21.
Lagăre pe vîrfuri

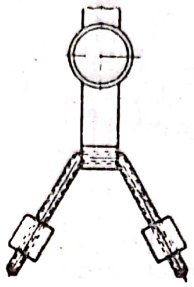


Fig. 8.5.22.
Greutăți de echilibrare

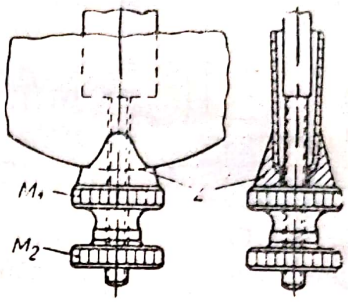


Fig. 8.5.23.
Greutate pendulară

pe distanțe mici. Un caz deosebit de cunoscut de acest fel este reprezentat în fig. 8.5.10, în care se arată reglarea precisă a magnetului de frînă P al unui contor electric față de discul de frînă S. În acest scop magnetul este suspendat de cadru printr-un șurub de tracțiune, putînd fi reglat prin trei șuruburi de compresiune.

În fig. 8.5.21 se arată un mecanism cu pană comandat de un mecanism cu șurub ca cel din fig. 8.5.3, care se folosește la reglarea axială a unui lagăr pe vîrfuri pentru un instrument electric de măsurat cu bobină rotativă. Bobina rotativă D se reazemă cu „vîrfuri interioare" în lagăre din pietre, pe un miez cilindric, care se compune din două părți, K_1 și K_2, depărtate între ele printr-un arc elicoidal. Prin două șuruburi cu vîrf, S_1 și S_2, care pătrund în adînciturile conice ale părților miezului, poziția părților miezului și astfel poziția bobinei rotative D, precum și jocul la vîrfuri, pot fi reglate.

Mecanismele cu șurub ca în fig. 8.5.4, la care bolțul filetat este imobil, în timp ce piulița este mobilă, se întîlnesc mai puțin frecvent decît precedentele. Ele se găsesc, de exemplu, la sistemul mobil al anumitor instrumente de măsurat, unde piulițele servesc drept greutăți de echilibrare (fig.8.5.22) și la greutățile de pendul reglabile ale ceasornicelor (fig. 8.5.23). În primul caz, piulițele se asigură, după reglare, prin lac, iar în al doilea caz, printr-o contrapiuliță. Greutatea de pendul se reazemă pe o piesă intermediară Z, care poate fi deplasată axial prin piulița M_1, în timp ce piulița M_2 servește drept siguranță.

8.6. MECANISME CU PÎRGHII

Prin pîrghie se înțelege o piesă care se poate roti în jurul unui fus și pe care este aplicată o forță P astfel, încît generează un moment $M = Pr$, r fiind brațul pîrghiei, adică distanța direcției forței de la axa de rotație

(fig. 8.6.1). O pîrghie se numește manivelă, dacă descrie un unghi de rotație relativ mare, mai ales cînd forța este aplicată la un fus rotativ.

Prin pîrghii și manivele se pot transmite, relativ ușor, mișcări de rotație de la un arbore asupra altuia, dar se pot și transforma mișcări de rotație în mișcări rectilinii și invers. Toate aceste transmisii se numesc

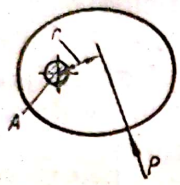


Fig. 8.6.1.
Mecanism cu camă disc

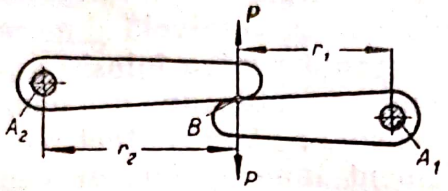


Fig. 8.6.2.
Mecanism direct cu pîrghie

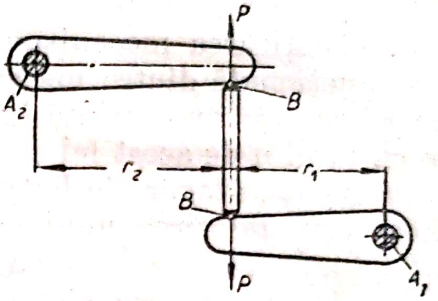


Fig. 8.6.3.
Mecanism indirect cu pîrghie

mecanisme cu pîrghii și vor fi tratate în cele ce urmează, în măsura în care prezintă importanță pentru mecanica fină.

Din punct de vedere funcțional, mecanismele cu pîrghii se împart în: mecanisme cu manivelă și mecanisme cu camă.

Mecanismele cu manivelă derivă din patrulaterul articulat, la care patru elemente sînt îmbinate articulat între ele și dintre care unul este imobil. Din această categorie fac parte mecanismele cu pîrghie cu ghidare pe un arc sau cu ghidare rectilinie, cunoscute din construcțiile de mașini, mecanismele, deduse din acestea, cu manivelă-culisă rotativă și oscilantă, precum și mecanismele cu manivelă-culisă de translație. Tot din această categorie fac parte și mecanismele de ghidaj drept cu pîrghii.

Mecanismele cu camă se compun din numai trei elemente, dintre care două sînt articulate pe al treilea, care de obicei este imobil servind drept „batiu", cel puțin unul din elemente avînd forma unui disc de camă sau altă formă asemănătoare. Legătura reciprocă dintre cele două elemente mobile poate fi asigurată fie datorită forței, fie datorită formei. Uneori se întîlnesc și mecanisme cu pîrghie, care din punct de vedere funcțional pot fi considerate mecanisme cu manivelă cu îmbinare prin forță a elementelor.

Spre deosebire de construcțiile de mașini, unde elementul de acționare, manivela sau discul de camă, execută de obicei o mișcare de rotație, în mecanica fină se întîlnesc mai ales mecanisme cu pîrghie cu unghi de rotație limitat la o mișcare de du-te-vino. Cele ce urmează se limitează de aceea mai ales la mecanisme de acest fel, iar în ceea ce privește mecanismele cu manivelă și cu came rotitoare, trebuie consultată literatura de specialitate.

Dacă se cere ca o mișcare de rotație să fie transmisă de la un arbore A_1 asupra unui arbore A_2, fiecare din cei doi arbori pot fi prevăzuți cu o pîrghie în cazul mișcărilor unghiulare mici (fig. 8.6.2). Dacă presiunea

existentă în punctul de contact este P, atunci $M_1 = P r_1$ și $M_2 = P r_2$, deci raportul de transmitere este

$$i = \frac{M_2}{M_1} = \frac{r_2}{r_1}.$$

8.6.1. Clasificarea mecanismelor cu pîrghii

La clasificarea mecanismelor cu pîrghii se va face abstracție de diferențierea funcțională dintre mecanismele cu manivelă și mecanismele cu camă, deoarece aceasta nu prezintă importanță pentru folosirea practică. Un mecanism cu pîrghii de acest fel se compune totdeauna din două pîrghii, fixate la cîte un capăt în lagăre în batiu și care sînt în contact reciproc fie direct, fie indirect prin folosirea unui element intermediar, de exemplu a unei tije (fig. 8.6.3). Se va face de aceea deosebirea între mecanisme cu pîrghie directe și indirecte. Îmbinarea elementelor componente poate fi realizată atunci fie prin asigurare prin forță, fie prin asigurare prin formă.

Mecanismele cu manivelă sau cu came cu element de acționare rotativ vor fi denumite aci tot mecanisme cu pîrghie, fiind valabilă aceeași grupare și pentru ele.

8.6.2. Mecanisme la care elementul de acționare oscilează

8.6.2.1. Montaj direct cu asigurare prin forță

O îmbinare cu asigurare prin forță (cuplare) a două pîrghii ca în fig. 8.6.2 corepunde în oarecare măsură angrenării dinților a două roți cu razele r_1 și r_2. Ar fi deci recomandabil ca suprafețele de contact să capete forma flancurilor de dinți, dacă raportul de transmitere, independent de rotirea unghiulară, trebuie să fie invariabil. În general, însă, nu se pune preț deosebit pe aceasta și ajunge de aceea, mai ales cînd unghiul de rotație este foarte mic, ca capetele pîrghiilor să fie rotunjite corespunzător. Unghiuri mai mari de rotație trebuie pe cît posibil evitate, deoarece atunci frecarea ar deveni relativ mare. Frecarea se poate eventual diminua, prevăzîndu-se o rolă pe una din pîrghii.

Un exemplu pentru un asemenea mecanism cu pîrghie cu unghi de acțiune foarte mic îl reprezintă mecanismul de avans reversibil, reprezentat parțial în fig. 8.6.4, al panglicii pentru o ștampilă de marcare a timpului. Cînd clichetul de comandă A_1 angrenează, cum se arată pe desen, cu roata de comandă B_1, panglica C se înfășoară pe D_1 și se desfășoară de pe D_2. Prin schimbarea de sens cu ajutorul dispozitivului E, angrenarea pieselor A_1, B_1 se desface și clichetul de comandă A_2 angrenează cu roata de comandă B_2, realizîndu-se mișcarea inversă a panglicii. Pentru a mișca ambele clichete în același sens, pîrghiile F_1 și F_2 care poartă clicheții sînt rezemate în lagăre în punctele G_1 și G_2 și sînt astfel amplasate, încît se ating în punctul H, existînd relația $G_2 H = G_1 H$. Un mecanism cu pîrghie nereprezentat pe desen, care acționează în punctul F asupra unei role fixată pe pîrghia F_2, servește pentru acționarea împotriva forței arcurilor J_1 și J_2.

Frecarea devine considerabil mai mică în punctul de contact, dacă ambele pîrghii pot fi fixate în lagăre pe aceeași parte. Această construcție ar putea fi luată în considerație în mod corespunzător și la unghiuri de rotație mai mari, mai ales atunci cînd brațele pîrghiilor se deosebesc mai puțin

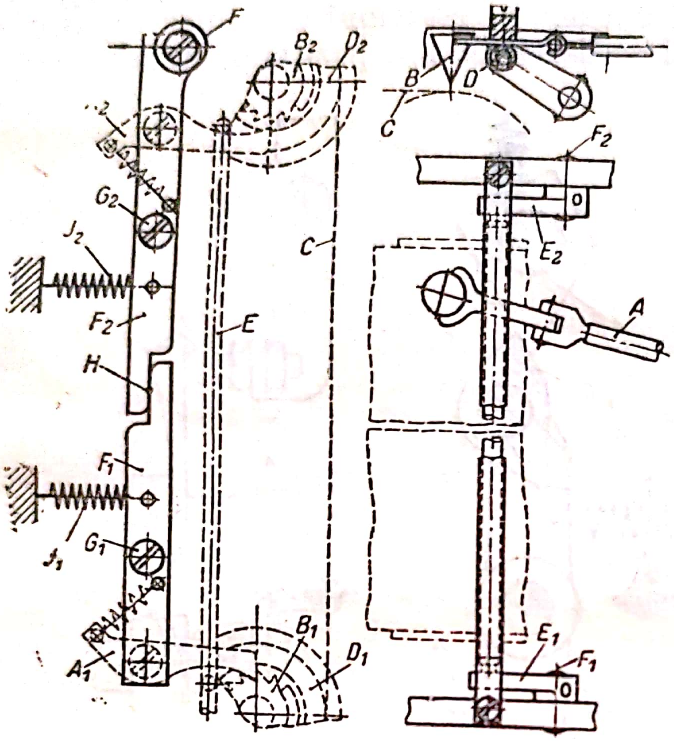


Fig. 8.6.4.
Mecanismul de avans al panglicii cu cerneală la o ștampilă de marcare a timpului

Fig. 8.6.5.
Aparat de măsurat înregistrator

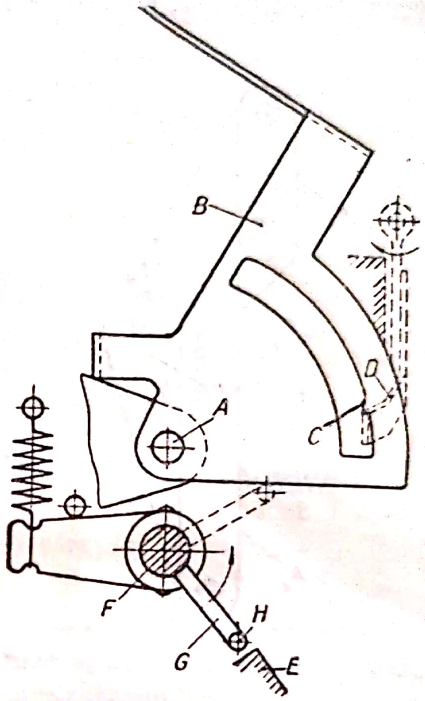


Fig. 8.6.6.
Clapetă de anunțare

în ceea ce privește lungimea și cînd axele de rotație ale pîrghiilor sînt mai aproape una de alta. Astfel, la exemplul din fig. 8.6.5, dispozitivul de scris B fixat articulat în punctul A pe pîrghia cu arătător a unui aparat de măsurat înregistrator poate fi ridicat de pe suprafața de scriere C prin basculareа în jurul axei F_1F_2 și a tijei D, care formează o legătură rigidă între cele două pîrghii E_1 și E_2. Cu ajutorul acestei construcții este posibil ca pîrghia de scriere să fie ținută în orice poziție în cadrul lățimii disponibile pentru scris.

O situație asemănătoare se întîlnește la dispozitivul reprezentat în fig. 8.6.6 care servește pentru readucerea clapetelor de anunțare. Clapeta de anunțare B montată cu posibilitate de rotație în punctul A este prevăzută în C cu un prag, care se reazemă în poziție de repaus pe pîrghia D a armăturii unui electromagnet. Cînd armătura este deplasată în direcția săgeții, pragul este liberat și clapeta cade, rezemîndu-se pe limitatorul E. Pentru a o ridica din nou, pîrghia G executată din sîrmă și care se poate roti în jurul punctului F este rotită în direcția săgeții, așa încît capătul îndoit H se așază pe suprafața inferioară a clapetei și ridică clapeta. Dacă trebuie

ridicate concomitent mai multe clapete, tija H poate fi realizată ca și pîrghia D reprezentată în fig. 8.6.5, sub forma unei potcoave mai lungi din sîrmă.

La mecanismele cu pîrghii se ivește adeseori situația care este prezentată în fig. 8.6.7. Cînd pîrghia A_1 este rotită în direcția săgeții, se rotește și pîrghia A_2, pînă cînd, în poziția desenată punctat, este retrasă rapid sub influența arcului B și se așază din nou pe reazemul C. Pentru ca, prin retragerea pîrghiei A_1, să poată fi realizată din nou poziția de lucru, desenată

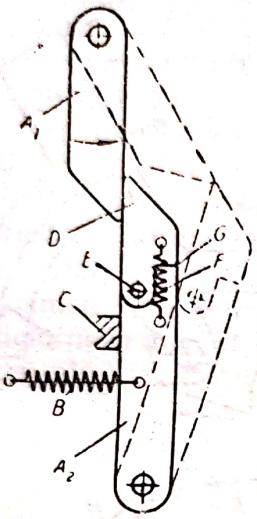


Fig. 8.6.7.

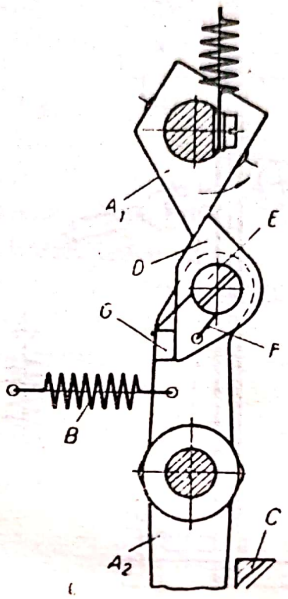


Fig. 8.6.8.

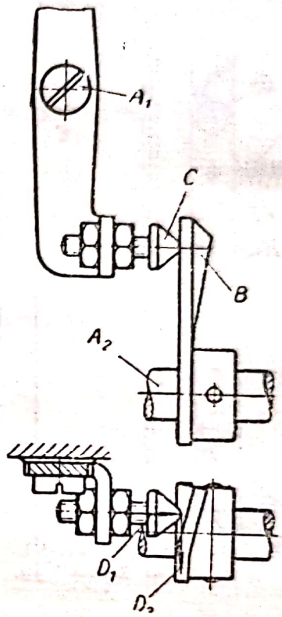


Fig. 8.6.9.

Mecanism cu pîrghii cu posibilitate de cedare într-o direcție a uneia din pîrghii

Mecanism cu pîrghii la care arborii pîrghiilor se încrucișează

cu linie plină, rezultă clar că una din cele două pîrghii trebuie să poată ceda într-un mod corespunzător într-una din direcții. În acest scop vîrful D al pîrghiei A_2 este articulat astfel, încît porțiunea D să se rezeme cu putere în punctul G pe pragul pîrghiei A_2, eventual datorită forței unui arc F. La execuția unui asemenea mecanism (fig. 8.6.8) se armează prin rotirea unei manivele un arc puternic nereprezentat pe desen, care servește pentru acționarea ștampilei unui ceas de pontaj al timpului de lucru. Felul de lucru al mecanismului poate fi înțeles cu ușurință datorită similitudinii notațiilor cu cele din fig. 8.6.7. Din exemplul din fig. 8.6.9 rezultă că, în cazul unei execuții corespunzătoare a capetelor pîrghiilor, se poate transmite și o mișcare de rotație de la un arbore A_1 asupra unui arbore A_2 perpendicular cu primul. Aceasta se realizează prin faptul că una din cele două pîrghii este prevăzută cu o suprafață așezată înclinat, ceea ce s-a realizat printr-o simplă răsucire a tablei B, așa încît o mișcare a vîrfului conic C în direcția D_1 are drept urmare o mișcare a pîrghiei B în direcția D_2.

Cînd se urmărește obținerea unui raport de transmitere demultiplicator relativ mare, adică atunci cînd unei rotiri relativ mari a pîrghiei conducătoare

trebuie să-i corespundă o mișcare mică a pîrghiei conduse, pîrghia conducătoare se execută de preferință în formă de camă-disc. La această construcție, prin alegerea curbei camei se poate obține o variație a raportului de transmitere în funcție de rotirea unghiulară a camei-disc.

Se întîlnesc atunci mai ales două cazuri, care sînt caracterizate în fig. 8.6.10 și 8.6.11. În fig. 8.6.10 pîrghia care lucrează pe cama-disc este astfel realizată prin ascuțirea capătului, încît în fiecare poziție a camei disc

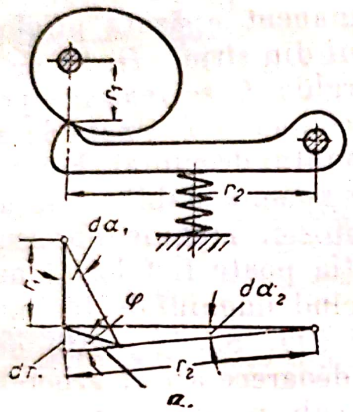


Fig. 8.6.10.

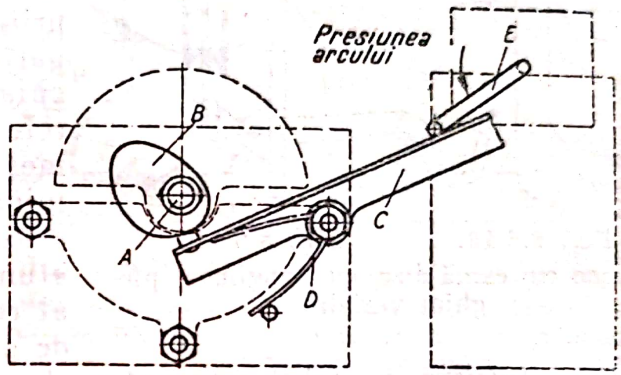


Fig. 8.6.11.

Fig. 8.6.12.

Mecanism cu camă-disc cu lungimea pîrghiei invariabilă

lungimea activă r_2 a pîrghiei rămîne neschimbată. Dacă se execută o mișcare de rotire a camei disc cu unghiul infinit mic $d\alpha_1$ (fig. 8.6.11), pîrghia se rotește cu unghiul $d\alpha_2$, iar raportul de transmitere este

$$i = \frac{d\alpha_1}{d\alpha_2}.$$

După cum rezultă din reprezentarea schematică

$$dr_1 = r_2\, d\alpha_2 \quad \text{și} \quad \operatorname{tg}\varphi = \frac{dr_1}{r_1\, d\alpha_1} = \frac{r_2\, d\alpha_2}{r_1\, d\alpha_1}$$

și se obține

$$i = \frac{d\alpha_1}{d\alpha_2} = \frac{r_2}{r_1 \operatorname{tg}\varphi},$$

adică raportul de transmitere este invers proporțional cu produsul $r_1 \operatorname{tg}\varphi$, în care r_1 reprezintă raza corespunzătoare a camei disc, iar φ — unghiul respectiv de înclinare.

Dacă raportul de transmitere trebuie să rămînă neschimbat, curba trebuie să fie o spirală a lui Arhimede, căci la aceasta, relația

$$\frac{dr_1}{d\alpha_1} = r_1 \operatorname{tg}\varphi$$

este invariabilă.

Scanned with OKEN Scanner

Dacă acest lucru nu este cerut cu precizie, se va căuta în general înlocuirea spiralei printr-un arc de cerc. O execuție practică a unui asemenea mecanism cu camă-disc este reprezentată în fig. 8.6.12. Pentru a menține la un aparat de radiorecepție permanent un coeficient de cuplaj cît mai favorabil, este nevoie ca la reglarea condensatorului variabil să fie deplasat de la sine butonul de cuplaj într-un anumit fel. În acest scop arborele A al condensatorului variabil poartă cama disc B, pe al cărei contur este permanent apăsată pîrghia C, prin arcul din sîrmă D. Pe de altă parte pîrghia C se reazemă pe pîrghia de comandă E fixată de arborele butonului de cuplaj. Forma camei este recomandabil să se determine empiric. Trebuie observat că construcția poate fi folosită numai atunci, cînd unghiul de înclinare φ al camei (fig. 8.6.11.) este destul de mic, deoarece altfel arborele A al condensatorului variabil s-ar putea deregla sub presiunea pîrghiei C.

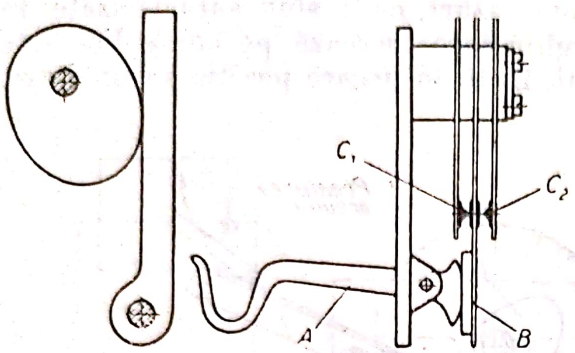


Fig. 8.6.13.

Fig. 8.6.14.

Mecanisme cu camă-disc cu lungimea pîrghiei variabilă

La execuția reprezentată schematic în fig. 8.6.13, folosită de asemenea frecvent, pîrghia se așază cu o muchie dreaptă totdeauna tangențial pe conturul camei disc, așa încît punctul de contact și deci și lungimea eficace a pîrghiei se schimbă permanent. O situație asemănătoare se întîlnește la comutatorul automat cu cîrlig pentru un aparat telefonic (fig. 8.6.14). Aci pîrghia A prevăzută cu un cîrlig pentru atîrnarea receptorului are la capătul celălalt o formă de camă, și anume astfel încît la apăsarea cîrligului lama de arc mijlocie a comutatorului închide contactul C_2. Lama B trebuie deci considerată în acest caz ca fiind o pîrghie cu articulație prin arc.

Cînd la un mecanism cu pîrghii (fig. 8.6.2) una din cele două pîrghii este înlocuită printr-o piesă ghidată rectiliniu, se obține construcția reprezentată schematic în fig. 8.6.15, la care deci o mișcare de rotație este transformată într-o mișcare rectilinie sau invers. Asemenea mecanisme se întîlnesc, de exemplu, la instrumentele de măsurat de precizie pentru ateliere, (fig. 8.6.16), la care diametrul piesei A este măsurat prin așezarea pe piesă a unui palpator B ghidat rectiliniu și împins de un arc C. Deplasarea știftului palpatorului se obține prin aceea că pîrghia E în care este imprimată o mică bilă de oțel este împinsă de arcul spiral H înspre palpator. Mișcarea de rotație a pîrghiei E este apoi transmisă printr-un angrenaj cu roți dințate asupra arătătorului D. Pîrghia K, care se așază cu capătul său inferior, îndoit corespunzător, pe pragul G prevăzut pe palpator, servește pentru ridicarea știftului palpatorului de pe piesă. În acest scop s-a prevăzut un buton de comandă L, prin a cărui acționare știftul palpatorului B poate fi deplasat spre stînga, în contra presiunii arcului G.

Dintre mecanismele cu pîrghii face parte și construcția pentru blocarea acului magnetic al unui compas de buzunar (fig. 8.6.17). Arcul din foaie A

îndoit într-o formă particulară reprezintă o pîrghie elastică, care poate oscila în jurul punctului B și care îmbracă cu unul din capete vîrful care servește drept lagăr pentru acul magnetic, fixînd astfel acul. La capătul celălalt, pîrghia A este astfel executată, încît poate fi apăsată de tabla

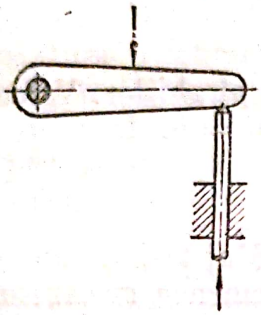


Fig. 8.6.15.

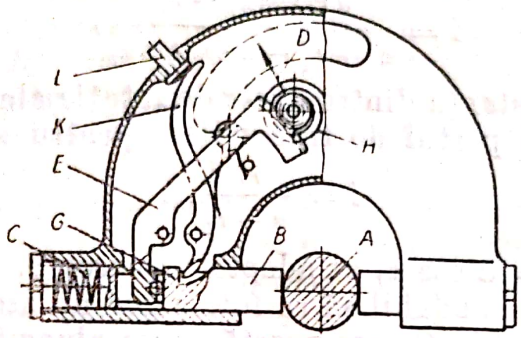


Fig. 8.6.16.

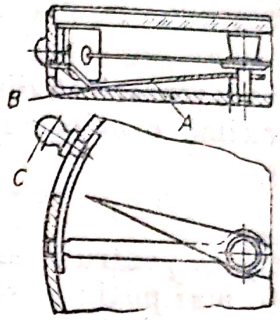


Fig. 8.6.17.

Mecanism cu pîrghii pentru transformarea unei mișcări de translație într-o mișcare de rotație

Mecanism cu pîrghii pentru acționarea blocajului prin înțepenire pentru un ac de busolă

prevăzută cu o suprafață înclinată, care se poate deplasa pe periferia carcasei cu ajutorul butonului C.

Într-un anumit sens pot fi considerate mecanisme cu pîrghii și blocajele de orientare cu dinți (cap. 4.3.1).

8.6.2.2. Montaj direct cu asigurare prin formă

Dacă la un mecanism cu pîrghii ca cel reprezentat în fig. 8.6.2. trebuie legate între ele cele două pîrghii cu asigurare prin formă, așa încît fără o asigurare prin forță mișcarea uneia din cele două pîrghii să se transmită la

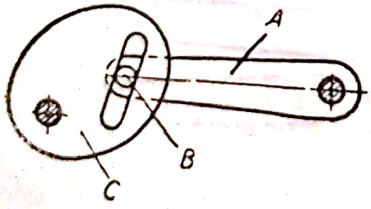


Fig. 8.6.18.

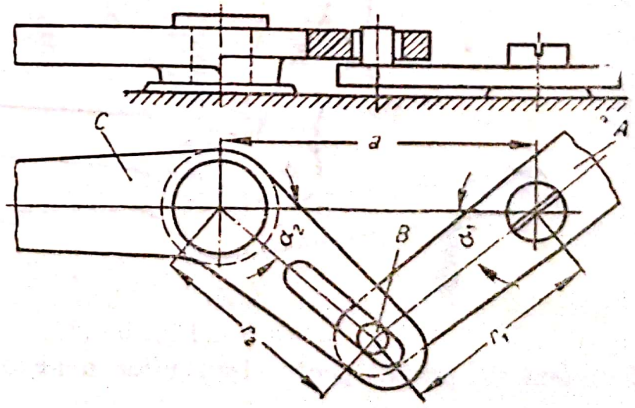


Fig. 8.6.19.

Mecanisme cu pîrghii cu asigurare prin formă

cea de a doua, una din pîrghii, A, trebuie prevăzută cu un știft B (fig. 8.6.18), care în timpul rotirii se mișcă într-o gaură de formă alungită a celeilalte pîrghii C. În general, ghidarea știftului se realizează sub forma unei ghidări rectilinii radiale (fig. 8.6.19). Manivela A poartă în punctul B un știft care

este ghidat în gaura de formă alungită a pîrghiei C. Rezultă că lungimea r_1 a pîrghiei A este invariabilă, în timp ce lungimea eficace a pîrghiei C variază cu unghiul de rotaţie α_1 al pîrghiei conducătoare. În consecinţă variază şi raportul de transmitere $d\alpha_2/d\alpha_1$, care se poate calcula în general prin

$$i = \frac{a r_1 \cos\alpha_1 - r_1^2}{a^2 + r_1^2 - 2 a r_1 \cos\alpha_1},$$

în care a reprezintă distanţa dintre axele de rotaţie ale pîrghiilor. Valoarea sa maximă o atinge raportul de transmitere pentru $\alpha_1 = 0$. În acest caz

$$i = \frac{r_1}{a - r_1},$$

în timp ce pentru $r_1 = a \cos\alpha_1$ se adoptă valoarea 0. Mai trebuie observat că este mai puţin recomandabil să se folosească un asemenea mecanism cu pîrghii atunci cînd pîrghia C care poartă gaura alungită este conducătoare,

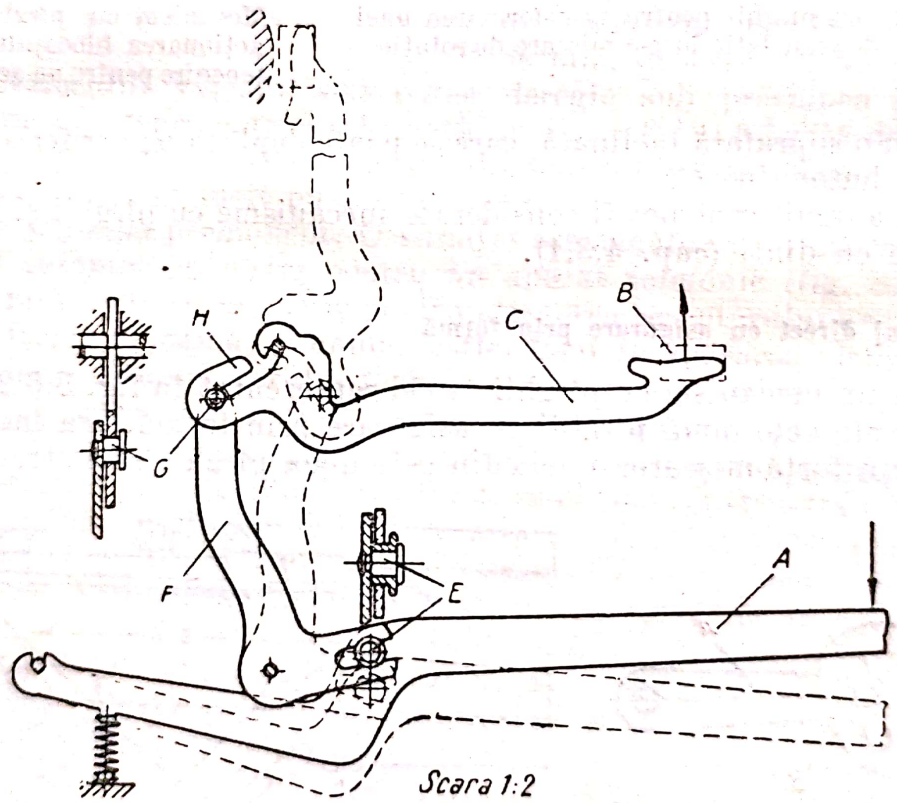


Fig. 8.6.20.
Mecanism cu pîrghii pentru transmiterea mişcării clapei la o maşină de scris

deoarece în acest caz se poate produce eventual o înţepenire la un unghi de rotaţie α_2 relativ mare. Un mecanism asemănător îl reprezintă şi îmbinarea celor două pîrghii arătate în fig. 8.6.32.

În fig. 8.6.20 se arată un mecanism cu pîrghii multiple pentru transmiterea mişcării clapelor asupra pîrghiilor cu litere la o maşină de scris. Aci se pune problema ca prin apăsarea pîrghiei A a clapei, respectiv prin

rotirea cu un unghi relativ mic, să se ajungă în final la mișcarea „ciocănașului" C, care poartă litera B, așa încît el să parcurgă un unghi de aproape 90°. După cum rezultă din fig. 8.6.20, construcția reprezintă un mecanism dublu cu pîrghii. Prima parte, compusă din cele două pîrghii A și C, servește la realizarea, prin alegerea corespunzătoare a lungimii pîrghiilor, a unei mișcări unghiulare suficient de mare a pîrghiei intermediare GE construită în formă cotită, și al cărei braț mai lung F intră cu fusul G în crestătura pîrghiei H, care la rîndul său este îmbinată rigid cu ciocănașul C. Detaliile constructive reies de altfel din desen.

La obturatoarele centrale pentru obiectivele fotografice este necesar ca prin rotirea cu un unghi relativ mic a unui inel fixat în rama obiectivului să poată fi mișcate mai multe obturatoare în formă de segment, repartizate pe contur în așa fel, încît deschiderea obiectivului să fie obturată, respectiv deschisă uniform. La execuția reprezentată în fig. 8.6.21 există trei asemenea segmenți, care sînt fixați în punctele A pe rama obiectivului B. Într-o degajare strunjită în ramă este așezat inelul C, care este prevăzut

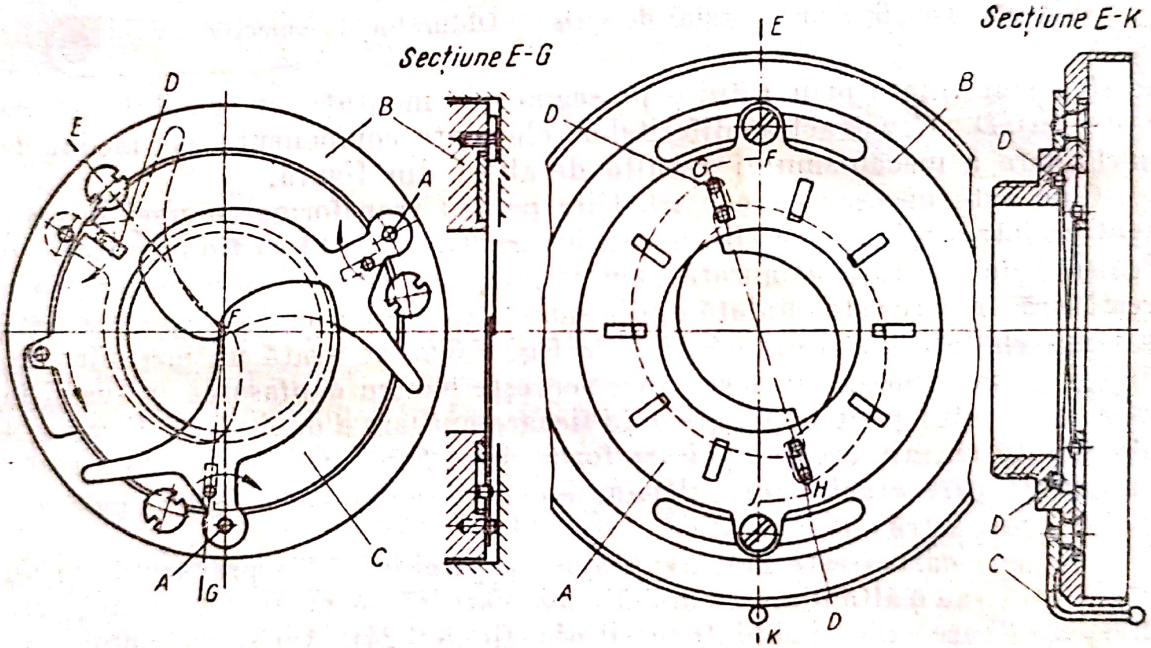


Fig. 8.6.21. Obturator de obiectiv

Fig. 8.6.22. Diafragmă de iris

cu trei crestături D, în care pătrund știfturile de ghidare corespunzătoare ale segmenților. Dacă inelul C este rotit în direcția săgeții, toți segmenții se mișcă în direcția marcată tot prin săgeți, așa încît obiectivul se deschide.

S-a menționat deja că condițiile privitoare la frecare se îmbunătățesc la un mecanism cu pîrghii cu acțiune directă, dacă axele de rotire ale celor două pîrghii sînt așezate pe aceeași parte. Ne putem referi aci din nou la mecanismul arătat în fig. 8.6.20, la care mișcarea este transmisă în acest fel, de la pîrghia A a clapei la pîrghia intermediară F.

Asemenea mecanisme cu pîrghii se folosesc la aparatele optice și la cele fotografice și ca mecanisme multiple. Un exemplu îl reprezintă dia-

fragma de iris reprezentată în fig. 8.6.22, la care pentru îngustarea, respectiv lărgirea, deschiderii diafragmei trebuie mișcați uniform un număr mare de segmenți de diafragmă în formă de seceră. Și aci, un inel A este așezat, cu posibilitate de rotire, într-o degajare strunjită central în deschiderea obiectivului B, inelul putînd fi rotit prin pîrghia C. Inelul A este prevăzut cu un număr de găuri alungite radiale, în care intră știfturi de ghidare.

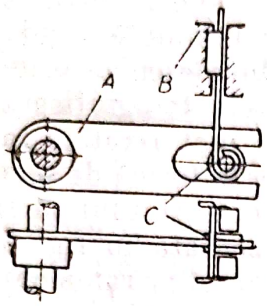


Fig. 8.6.23.
Suportul panglicii unei mașini de scris

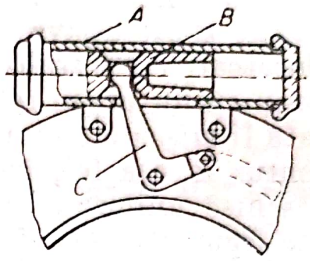


Fig. 8.6.24
Obturator de obiectiv

Acestea sînt fixate prin nituire pe segmenții montați cu posibilitate de rotire în D. Construcția diferitelor elemente componente și modul de funcționare a mecanismului rezultă de altfel din figură.

Cînd este necesar ca construcțiile pentru transformarea unei mișcări rotative într-o mișcare rectilinie sau invers (fig. 8.6.15) să fie prevăzute cu elemente de legătură asigurate prin formă, se poate executa pe pîrghie o crestătură, în care este ghidată o rolă sau o altă piesă asemănătoare îmbinată cu piesa ghidată rectiliniu. Astfel, în fig. 8.6.23 se arată un mecanism cu pîrghii al unei mașini de scris, care servește pentru deplasarea în sus și în jos a suportului pentru panglică la fiecare apăsare a unei clape. Pîrghia A solidarizată cu mișcarea clapei are forma unei furci, iar tija ghidată rectiliniu în B, care atacă suportul panglicii nereprezentat în figură, poartă o rolă C care intră în crestătură.

În unele cazuri este mai avantajos ca pîrghia să fie prevăzută cu un cep, o rolă sau o altă piesă asemănătoare, care să se miște într-o degajare corespunzătoare a piesei ghidate rectiliniu (fig. 8.6.24). Aci se pune problema ca la mișcarea părții active a unui obturator compound pentru un aparat fotografic să fie antrenat un piston de frînă, care se poate deplasa în tubul A. În acest scop pistonul poartă o gaură pătrată, în care pătrunde liber un capăt rotunjit corespunzător al pîrghiei cotite C.

Această construcție este deosebit de avantajoasă atunci cînd se pune problema deplasării axiale a unui corp rotativ, de exemplu a unei părți a unui cuplaj intermitent, cu ajutorul unei pîrghii.

8.6.2.3. Montaj indirect cu asigurare prin forță

Cînd o mișcare rotativă trebuie transmisă de la o pîrghie la alta, iar axele de rotație sînt relativ depărtate una de alta, sau din alte motive nu apare recomandabilă o angrenare directă, se poate folosi un element inter-

mediar, de obicei de forma unei tije, care este îmbinat cu pîrghiile cu asigurare prin forță sau prin formă. La construcția reprezentată în fig. 8.6.27 tija este solicitată la compresiune, dar ea poate fi executată și ca tijă de tracțiune cum se arată schematic în fig. 8.6.25. Asemenea mecanisme cu pîrghii cu legătură prin tije de tracțiune se întîlnesc mai ales la cîntare, unde tijele sînt de obicei împreunate cu pîrghiile prin lagăre-cuțit (cap.

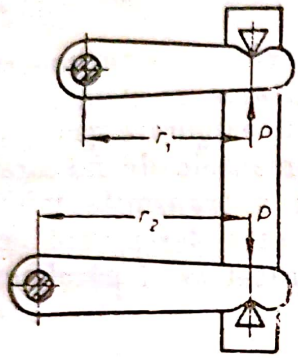


Fig. 8.6.25.

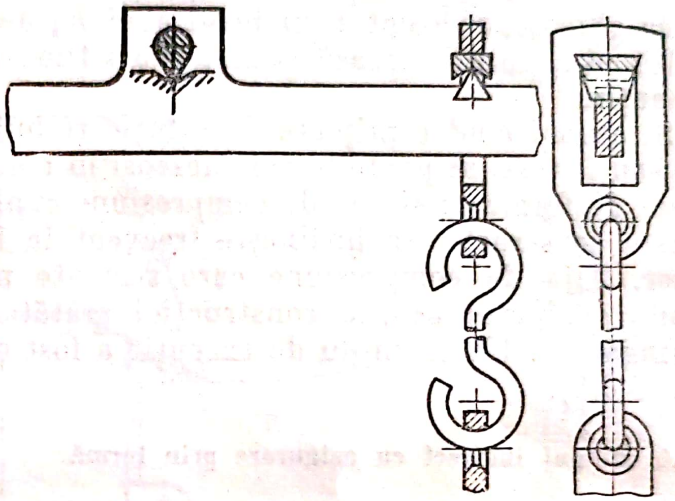


Fig. 8.6.26.

Mecanisme indirecte cu pîrghii și tije de tracțiune la cîntare

3.4.6). Un exemplu de execuție, la care tijele de tracțiune nu atacă pîrghiile (grinzile cîntarului) direct, ci prin intermediul unor „cîrlige" speciale, este reprezentat mai amănunțit în fig. 8.6.26.

La mecanismele cu pîrghii, cu îmbinare asigurată prin forță cu ajutorul unei tije de compresiune, aceasta se amplasează de obicei independent de mișcarea pîrghiei, cu posibilitate de deplasare într-un ghidaj drept, ca la mecanismul cu palpator pentru un dispozitiv de măsurat de precizie reprezentat în fig. 8.6.27. Pentru a putea măsura deplasarea excepțional de mică a știftului palpator A s-a realizat următoarea dispoziție. Pîrghia rezemată în lagăr în punctul B se așază cu cuțitul C pe fața frontală a știftului palpator A. În D este rezemată într-un lagăr o a doua pîrghie, care poartă arătătorul Z. Pentru a transmite mișcarea știftului palpator A, mult mărită, asupra arătătorului Z, s-a așezat în ghidajul drept F o scurtă tijă G prevăzută la ambele capete cu cuțite și care atinge prima pîrghie în punctul H și pe cea de a doua în punctul J. Avînd în vedere notațiile din fig. 8.6.27

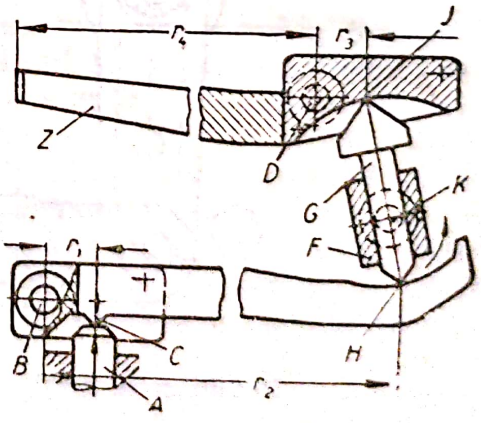


Fig. 8.6.27.

Mecanism cu pîrghii la un palpator cu tija de compresiune și raport de transmitere reglabil

pentru lungimile active de pîrghie rezultă raportul de transmitere general

$$i = \frac{r_1 r_3}{r_2 r_4}.$$

Raportul de transmitere devine deci cu atît mai mare, cu cît lungimile de pîrghie r_2 și r_4 sînt mai mari și cu cît lungimile r_1 și r_3 sînt mai mici. Pentru a putea regla raportul de transmitere, r_2 și r_3 pot fi variate. Prin rotirea ghidajului drept F în jurul axei K, de exemplu în direcția săgeții, rezultă că r_3 se micșorează și în același timp r_2 se mărește, însă neglijabil de puțin.

Și atunci cînd o mișcare de rotație trebuie transformată în una rectilinie sau invers, se poate folosi adeseori în mod avantajos un element intermediar de forma unei tije de compresiune cuplată cu asigurare prin forță. Această construcție se întîlnește frecvent la instrumentele de măsurat de atelier. Tija de compresiune care servește pentru a transmite mișcarea știftului palpator asupra construcției arătătorului este desemnată aci ca „împingător". Un exemplu de execuție a fost deja tratat la „lagărele cuțit" (cap. 3.4.6).

8.6.2.4. Montaj indirect cu asigurare prin formă

La mecanismele indirecte cu pîrghii, pîrghia este cuplată cu tija mult mai frecvent cu asigurare prin formă decît cu asigurare prin forță, tija fiind legată articulat la ambele sale capete cu pîrghiile. Asemenea construcții,

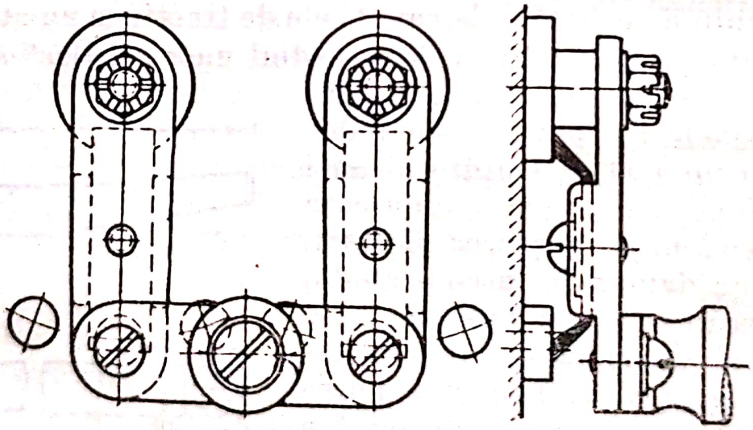


Fig. 8.6.28.
Mecanism cu pîrghii la un comutator glisant cu doi poli

care din punct de vedere funcțional sînt denumite mecanisme cu manivele cuplate, se întîlnesc atît de frecvent și ele oferă din punct de vedere constructiv atît de puține noutăți, încît se vor expune numai cîteva exemple de execuție, care sînt deosebit de remarcabile.

Cînd trebuie mișcate concomitent două pîrghii de comutator, se poate folosi o „punte" ca în fig. 8.6.28 care, în cazul cînd pîrghiile sînt străbătute de curent, trebuie executată din material izolant. După cum se vede

din figură, puntea este prevăzută cu un mîner, pentru a mișca prin împingere încoace și încolo ambele comutatoare.

Tot un mecanism cu pîrghii cu cuplarea prin tijă de tracțiune este și închizătorul cu pîrghie reprezentat în fig. 8.6.29 care se folosește pe scară largă, în această formă sau în altă formă asemănătoare, pentru deschiderea și închiderea rapidă a recipienților de orice fel. În fig. 8.6.29 se arată poziția pieselor cînd recipientul este închis, iar în fig. 8.6.30, puțin înainte de închiderea completă. Se vede mai ales din fig. 8.6.30 legătura capacului A, care în acest caz va trebui considerat și drept pîrghie, cu pîrghia de mînă B, prin inelul de sîrmă C, care acționează ca „tijă de tracțiune" și care este legat

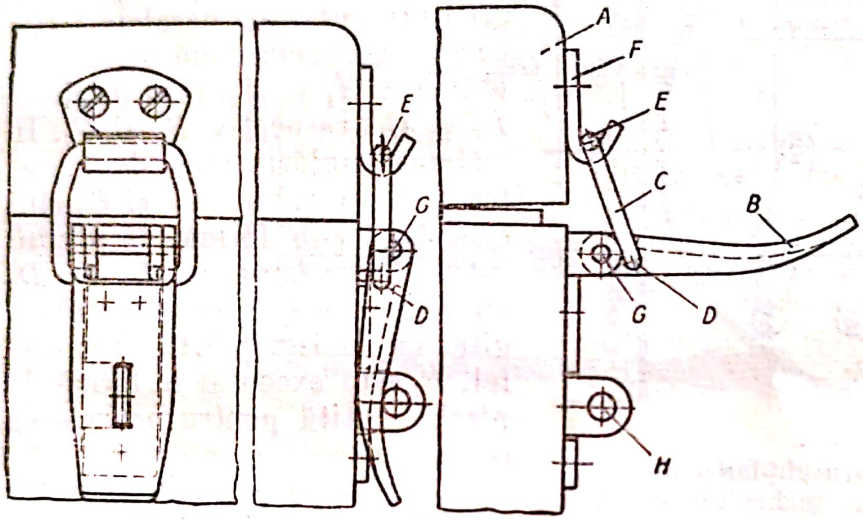


Fig. 8.6.29.

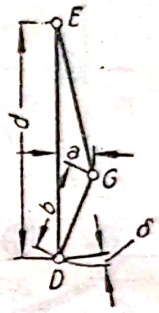


Fig. 8.6.30.

Fig. 8.6.31.

Mecanism cu pîrghii la un închizător de recipient

pe de o parte prin asigurare prin formă în punctul D cu pîrghia B și pe de altă parte cu capacul, în punctul E, prin cîrligul F, cu asigurare prin forță. La conceperea unui asemenea închizător trebuie avut în vedere că în starea închisă, așa cum rezultă din fig. 8.6.31, axa de rotație D trebuie să se deplaseze cu o anumită distanță a dincolo de axa de rotație G a pîrghiei B, pentru ca piesele să rămînă în poziția închisă fără o asigurare specială, de exemplu printr-un lacăt care ar putea fi așezat în H. De aci rezultă însă că, pentru deschidere, distanța $d = DE$, deci lungimea inelului de sîrmă ar trebui să se lungească cu o mică distanță δ. Dacă se acceptă că d este mare în comparație cu distanța $b = DG$, se obține

$$\delta = b - \sqrt{b^2 - a^2}.$$

Se poate astfel calcula lungimea necesară δ a lungimii eficace a inelului de sîrmă, care se poate obține în general printr-o deformare elastică. Cînd între recipient și capac se așază o garnitură care cedează, elasticitatea garniturii poate eventual înlocui deformarea inelului, așa încît acesta poate fi realizat și sub formă de corp rigid.

În unele cazuri, un mecanism indirect cu pîrghii, la care două pîrghii sînt legate între ele printr-o tijă de cuplare, poate fi folosit mai puțin pentru

transmiterea unei mișcări de rotație de la o pîrghie la cealaltă și mai mult pentru ghidarea paralelă a tijei de cuplare sau a unui corp legat rigid de aceasta.

Cînd se pune problema ca un orificiu dreptunghiular să fie închis printr-un sertar în așa fel încît deschizătura să rămînă permanent centrală, trebuie deplasate două sertare uniform, în sensuri opuse, paralel unul față de altul. O soluție a acestei probleme o reprezintă mecanismul cu pîrghii reprezentat în fig. 8.6.32. Se recunoaște fără greutate ghidarea paralelă a fiecăruia din cele două sertare de obturare A_1 și A_2, prin pîrghiile B_1 și C_1, respectiv B_2 și C_2. În vederea cuplării celor două sisteme de pîrghii, C_1 și C_2 sînt executate sub formă de pîrghii cotite, prevăzute în D_1 și D_2 cu cepuri, respectiv găuri alungite, ca în fig. 8.6.19. Tot astfel, B_1 este executat în formă de pîrghie cotită pentru acționarea sertarului.

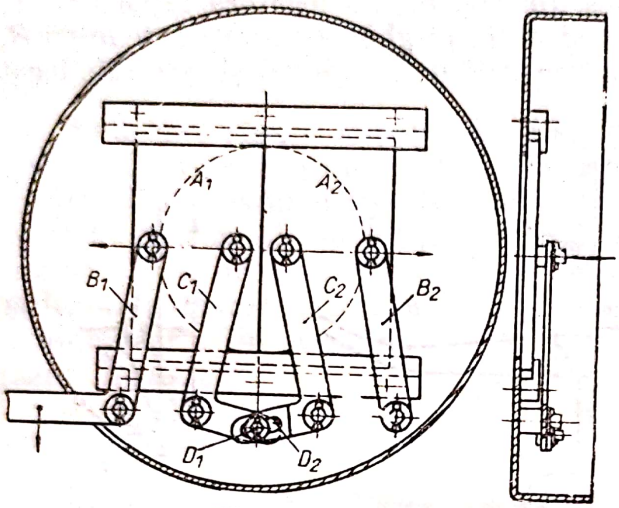


Fig. 8.6.32.
Mecanism cu pîrghii pentru ghidarea paralelă a plăcilor din tablă la un închizător cu două sertare

O ghidare paralelă se poate realiza și cu ajutorul unui montaj în foarfecă al pîrghiilor (fig. 8.6.33). Aci toate punctele corpului ghidat se mișcă pe drepte paralele, iar nu pe arcuri de cerc, ca la construcția arătată în fig. 8.6.32. O asemenea construcție poate deci servi ca înlocuitor pentru un ghidaj drept. După cum rezultă mai ales din fig. 8.6.33 și 8.6.34, foarfecele

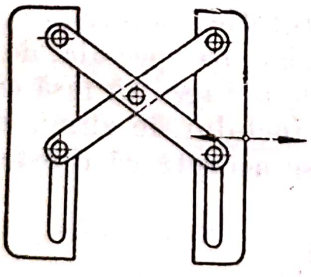


Fig. 8.6.33.

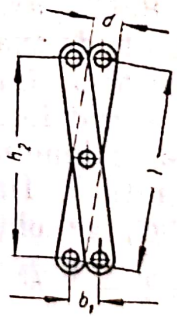


Fig. 8.6.34.

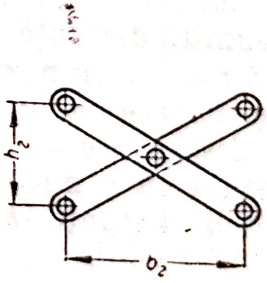


Fig. 8.6.35.

Mecanism cu pîrghii în formă de foarfece

poate fi strîns într-atîta, încît distanța cea mai mică b_1 dintre centrele articulațiilor să devină aproximativ egală cu lățimea d a pîrghiei foarfecelui. La calcularea distanței maxime b_2 trebuie avut în vedere că pîrghiile foarfecelui nu trebuie apropiate una de cealaltă la deschiderea maximă,

decît pînă la $h_2 = 0{,}6\ l$, dacă l este lungimea pîrghiilor, deoarece altfel siguranța devine prea mică. În acest caz $b_2 \approx 0{,}8\ l$.

Dacă această deschidere nu este suficientă, mișcarea poate fi multiplicată printr-o construcție multiplă (foarfece de Nürnberg). Trebuie avut însă în vedere că în aceeași proporție se reduce și siguranța construcției. De aceea nu se trece dincolo de o construcție cvintuplă, cum este arătată de exemplu în fig. 8.6.36.

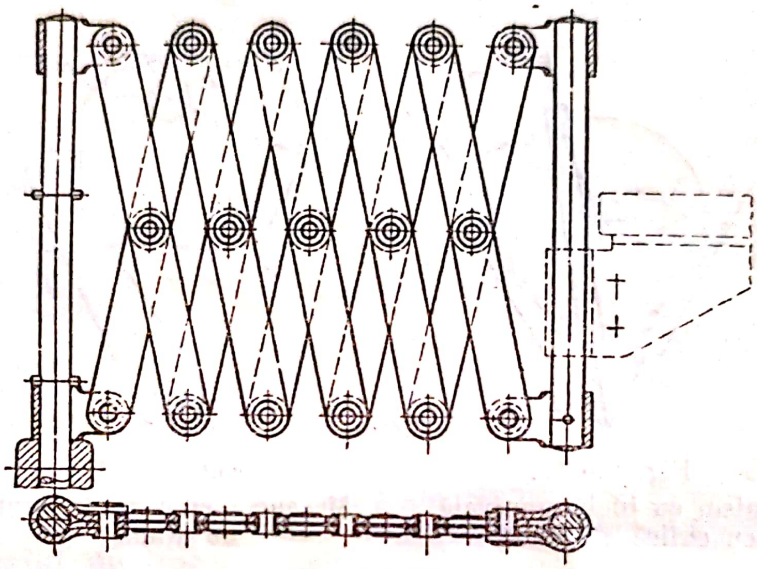


Fig. 8.6.36.
Mecanism cu pîrghii în foarfece pentru suportul unui aparat telefonic

Cu privire la așa-numitele ghidaje drepte cu pîrghie, trebuie consultată literatura de specialitate asupra teoriei mecanismelor.

8.6.3. Mecanisme la care elementul de acționare se rotește

Ca element de acționare servește fie o manivelă, fie o camă-disc. La o lungime foarte mică a manivelei, diametrul fusului manivelei poate fi ales atît de mare, încît el îmbracă arborii de acționare. Manivela devine atunci un excentric, „lungimea manivelei" fiind denumită excentricitate.

8.6.3.1. Montaj direct cu asigurare prin forță

Mecanismele la care manivela lucrează în felul arătat în fig. 8.6.37, împreună cu o pîrghie oscilantă, se execută de obicei cu legătura asigurată prin formă între manivelă și pîrghie (în formă de mecanism cu bielă-manivelă cu culisă, v. și fig. 8.6.43 și 8.6.44). Se întîlnesc însă în mecanica fină și mecanisme de acest fel cu legătura asigurată prin forță între o pîrghie și un excentric sau o camă-disc.

O deosebită importanță o au mecanismele cu came disc ca în fig. 8.6.38 (mecanisme cu camă în formă de inimă). În timp ce la un mecanism cu bielă-manivelă cu culisă oscilantă (fig. 8.6.37) acționarea trebuie să provină natural totdeauna de la manivelă, un mecanism cu camă în formă de inimă

poate fi construit astfel, încît acționarea să se facă de la pîrghie, adică cama să fie mișcată în direcția săgeții datorită unei presiuni P execitată pe pîrghie. Pentru ca acest lucru să fie posibil, este evident că unghiul de înclinare al camei în punctul de contact trebuie să fie mai mare decît unghiul de frecare. Rezultă deci că este recomandabil să se aleagă o camă la care unghiul de înclinare este în toate cazurile același, ceea ce se întîmplă la o spirală loga-

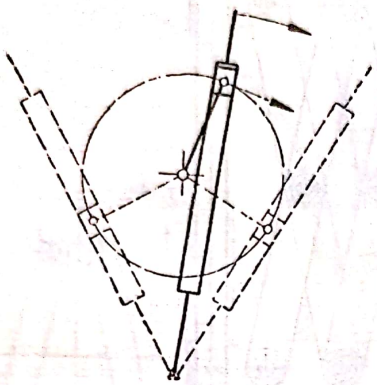


Fig. 8.6.37.
Mecanism cu bielă-manivelă cu culisă oscilantă

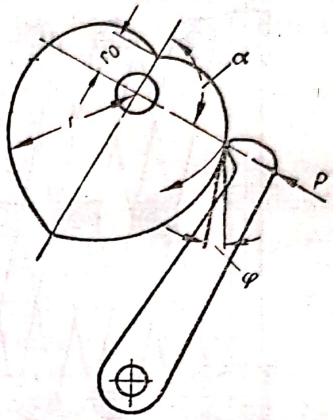


Fig. 8.6.38.
Mecanism cu camă în formă de inimă

ritmică. Ecuația acestei curbe în coordonate polare este $r = r_0\, e^{m\alpha}$. Din fig. 8.6.38 rezultă semnificația notațiilor r, r_0 și α; e este baza logaritmilor naturali, iar m este o cifră care depinde de unghiul dintre raza vectoare și tangentă ($\operatorname{tg}\varphi = m$). Pentru $\alpha = 0$ se obține $r = r_0$, iar pentru $\alpha = \pi$ se obține valoarea $r_m = r_0\, e^{m\pi}$. Cursa totală a pîrghiei este evident $r_m - r_0$. În practică însă, în scopul unei execuții mai ușoare, cama se execută frecvent în formă de spirală a lui Arhimede.

Asemenea mecanisme se folosesc mai ales pentru a readuce la zero cu o singură mișcare toate rolele cu cifre ale contoarelor cu comanda sacadată a rolelor. După cum se vede din fig. 8.6.39, rolele cu numere A_1 pînă la A_4 sînt prevăzute cu cîte o camă în formă de inimă. Readucerea se realizează prin rotirea arborelui D în direcția săgeții, în contra forței arcului. Este de la sine înțeles că înainte de aceasta, legătura pentru comanda zecimilor între rolele cu cifre, realizată prin pinioanele C care angrenează cu rolele, trebuie desfăcută.

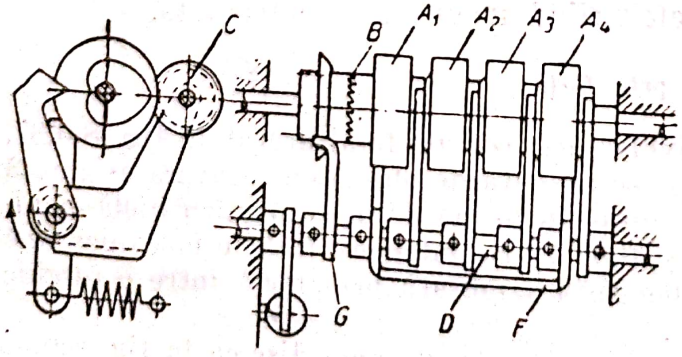


Fig. 8.6.39.
Mecanism cu camă în formă de inimă pentru readucerea rolelor cu cifre al unui contor cu comanda sacadată a rolelor

În acest scop, rama din tablă F este îmbinată rigid cu arborele D, așa încît toate pinioanele ies din angrenare cînd se rotește D. În același timp se decuplează, prin pîrghia de comandă G, care poartă la capătul său o suprafață înclinată, cuplajul cu dinți B, care leagă contorul cu acționarea.

Dacă acționarea trebuie să plece de la cama disc și este nevoie ca pîrghia să fie mișcată încoace și încolo, proporțional cu rotirea unghiulară a „axei manivelei", ca la mecanismul reprezentat în fig. 8.6.40 pentru ghidarea aței la un dispozitiv de bobinare, cama trebuie realizată după o spirală a lui Arhimede, căci pentru aceasta este valabilă relația $r = r_0 + m\alpha$, adică drumul parcurs de pîrghie este $r = r_0 m\alpha$, deci proporțional cu unghiul α (fig. 8.6.38). Pentru distanța dintre vîrf și axă se obține relația $r_m = r_0 + m\pi$.

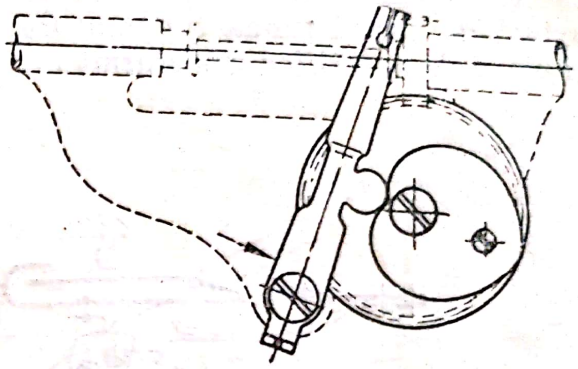


Fig. 8.6.40.
Mecanism cu camă în formă de inimă pentru dispozitivul de bobinare la o mașină de cusut

Cursa totală este $r_m = r_0 = m\pi$. În acest caz unghiul de înclinare al camei, care are în diferite puncte valori deosebite, poate fi bineînțeles și mai mic decît unghiul de frecare.

În general rezultă

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{dr}{r\,d\alpha} = \frac{r_m - r_0}{r\pi}$$

și se obține valoarea maximă în punctul de inflexiune

$$\operatorname{tg}\varphi_0 = \frac{r_m - r_0}{r_0\pi},$$

iar valoarea minimă (la vîrf)

$$\operatorname{tg}\varphi_m = \frac{r_m - r_0}{r_m\pi}.$$

Dacă pîrghia (fig. 8.6.40) este bine rotunjită la locul de contact sau dacă este prevăzută în scopul reducerii frecării cu o rolă sau cu o rotunjire corespunzătoare, trebuie bineînțeles avut în vedere că curba eficace corespunde drumului străbătut de centrul de curbură, deci echidistanței față de raza rotunjirii, respectiv a rolei. Aceasta trebuie observat mai ales la trecerile bruște.

Foarte des se întîlnesc mecanisme cu pîrghie oscilantă, la care cama este astfel realizată, încît unei rotiri a camei-disc îi corespunde mai multe oscilații ale pîrghiei care lucrează cu aceasta. Deoarece pe această cale se pot realiza și succesiuni diferite de contact, o asemenea construcție se folosește, de exemplu, la avertizoarele electrice de incendiu pentru redarea automată a unor semnale Morse. Astfel în fig. 8.6.41 se arată un disc de contact cu un număr de dinți ascuțiți urmați de un segment mai lung. În

poziția de repaus vîrful fixat de arcul de contact se reazemă pe o piesă izolatoare, așa încît circuitul curentului este închis de abia atunci cînd, prin mecanismul de acționare nereprezentat pe desen, discul este rotit în direcția săgeții, iar vîrful de pe arcul de contact atinge discul metalic. Numărul dinților dă atunci o serie de impulsuri scurte de curent, corespunzătoare numărului avertizorului, în timp ce segmentul care urmează produce o închidere mai lungă a curentului care servește pentru intrarea în funcțiune a instalațiilor de alarmă.

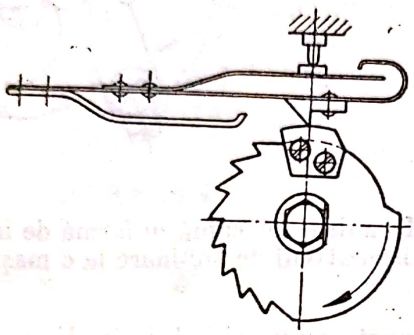


Fig. 8.6.41.
Camă ca disc de contact la un avertizor electric de incendii

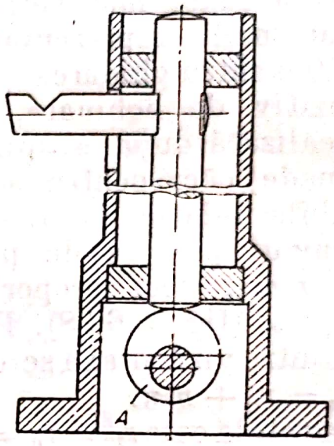


Fig. 8.6.42.
Camă pentru ridicarea unei grinzi de cîntar la un cîntar cu pîrghii

De altfel trebuie menționat că blocajele cu indexare avînd indexul de blocare montat în lagăr (v. cap. 4.4.1.5) trebuie considerate în principiu mecanisme cu came cu pîrghie oscilantă, care intră în acțiune prin efect de forță.

Și la mecanismele cu excentric sau cu camă, pîrghia oscilantă poate fi bineînțeles înlocuită printr-o piesă ghidată rectiliniu, de exemplu dispozitivul reprezentat în fig. 8.6.42, care servește pentru ridicarea grinzii la un cîntar cu pîrghii, prin rotirea arborelui cu excentric A.

Tot din această categorie mai fac parte și blocajele de indexare cu indexul de blocare ghidat rectiliniu (cap. 4.4.1.4), mai ales blocajele cu indexare prin bilă.

8.6.3.2. Montaj direct cu asigurare prin formă

O îmbinare directă cu asigurare prin formă a unei manivele cu o pîrghie crestată în scopul ghidării rectilinii a unui cep este denumită de obicei mecanism bielă-manivelă cu culisă. Piatra de culisă este atunci sau amplasată fix, pîrghia cu culisa fiind fixată cu capătul celălalt pe fusul manivelei (fig. 8.6.43), sau pîrghia cu culisă se poate roti în jurul unui cep fix, iar în culisă se mișcă piatra cu fusul manivelei (fig. 8.6.44). Ambele construcții derivă funcțional din cunoscutul mecanism cu manivelă cu ghidare rectilinie. Dacă mecanismul reprezentat în fig. 8.6.43 este astfel

dimensionat, încît a să devină mai mic decît r, se obțin mișcări de rotație continui (mecanism bielă-manivelă cu culisă rotativă).

Mecanismul cu bielă-manivelă cu culisă oscilantă se folosește uneori pentru reglarea fină a arătătoarelor; manivela poate fi înlocuită și printr-un excentric. În fig. 8.6.45 se arată ca exemplu un mecanism pentru reglarea punctului zero al unui aparat electric de măsurat. Se pune aci problema de a răsuci puțin capătul exterior al arcului spiral, care ține arătătorul aparatului de măsurat în poziția zero, pentru a regla exact poziția zero.

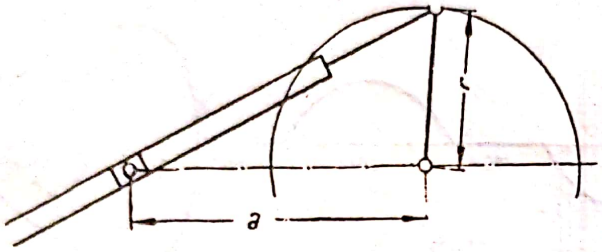


Fig. 8.6.43.

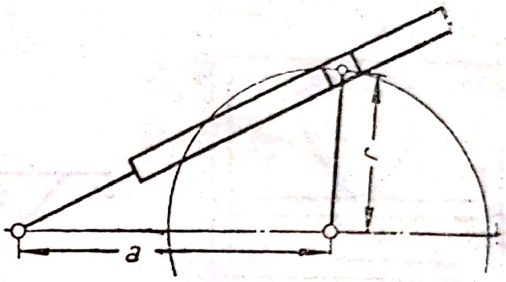


Fig. 8.6.44.

Mecanisme cu bielă-manivelă cu culisă

În acest scop, capătul arcului este lipit pe „pîrghia de readucere", montată concentric cu axa dispozitivului de măsurat. Această pîrghie este îndoită la unghi drept și cuprinde cu capătul său în formă de furcă un excentric, așa încît, prin rotirea axului excentricului cu ajutorul unei șurubelnițe, pîrghia poate fi mișcată în felul dorit. Un arc în formă de șaibă elastică curbată servește drept siguranță împotriva unei deplasări neintenționate.

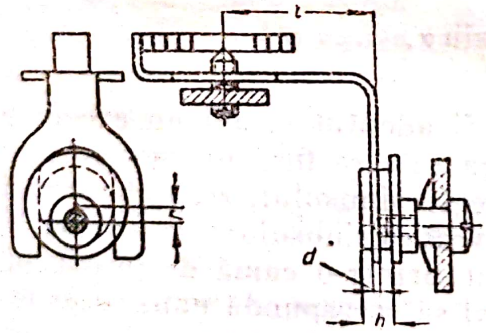


Fig. 8.6.45.
Folosirea unui mecanism cu bielă-manivelă cu culisă oscilantă pentru reglarea fină a arătătorului unui aparat de măsurat

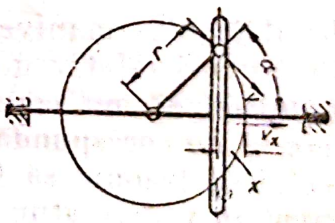


Fig. 8.6.46.
Reprezentarea schematică a unui mecanism cu bielă-manivelă cu culisă de translație

Construcția descrisă și reprezentată în fig. 8.6.45 arată deci cazul, cînd arborele pîrghiei este așezat perpendicular față de arborele excentricului. Din motive ușor de înțeles, o asemenea construcție este totdeauna recomandabilă numai pentru cazurile cînd lungimea l a pîrghiei este relativ mare în comparație cu lungimea manivelei sau cu excentricitatea r. Mai trebuie observat apoi că în d pîrghia trebuie să fie destul de subțire,

iar lungimea axială h a excentricului trebuie să fie destul de mare, pentru ca să nu apară înțepeniri și pîrghia să nu alunece de pe excentric.

La asemenea mecanisme, culisa oscilantă este înlocuită adeseori printr-o culisă ghidată rectiliniu (culisă de translație). Se obține atunci un mecanism cum este cel reprezentat în fig. 8.6.46. Deoarece aci culisa ghidată rectiliniu poartă un al doilea ghidaj rectiliniu (culisă), de obicei amplasată perpendicular față de prima, asemenea construcții sînt denumite și mecanisme cu ghidaj în cruce (v. și Cuplajele cu sertar în cruce, cap. 5.2.2).

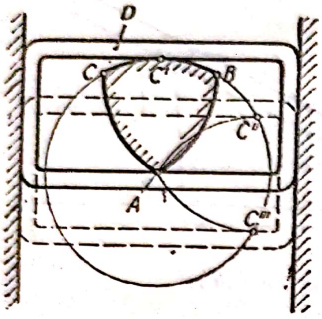


Fig. 8.6.47.

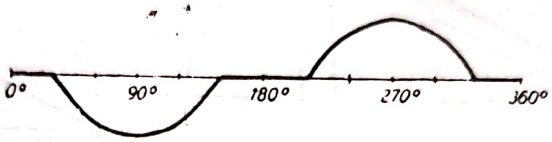


Fig. 8.6.48.

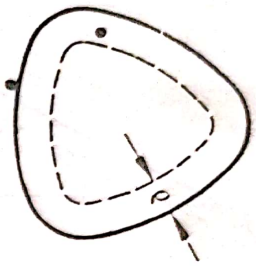


Fig. 8.6.49.

Mecanisme cu triunghiuri din arce de cerc

Pentru mecanismul cu bielă-manivelă cu culisă de translație (fig. 8.6.46) sînt valabile următoarele relații: dacă r este lungimea manivelei, iar α — o poziție unghiulară oarecare a manivelei, drumul culisei este $x = r\,(1 - \cos\alpha)$, iar raportul de transmitere, adică raportul vitezei variabile v_x a sertarului față de viteza v în general invariabilă a manivelei este

$$\frac{v_x}{v} = \sin\alpha.$$

În locul fusului manivelei poate fi adoptat și aci un excentric, dacă culisa are mișcări relativ mici. Adesea se cere însă un mecanism, la care mișcarea culisei să nu corespundă legii sinusului, respectiv raportul de transmitere să nu corespundă „legii inverse a sinusului“ $(1 - \cos\alpha)$. În acest caz, excentricul trebuie să fie înlocuit printr-o camă de formă adecvată. Trebuie avut în vedere atunci ca discul să corespundă unui corp de lățime constantă, deoarece în ghidaj nu este posibil contactul permanent cu asigurarea prin formă decît dacă cama umple în orice poziție lățimea culisei de ghidare. Un asemenea corp este de exemplu triunghiul din arce de cerc reprezentat în fig. 8.6.47.

Tot în fig. 8.6.47 este reprezentat schematic și cum se poate folosi un asemenea triunghi, pentru realizarea unui mecanism la care un corp ghidat rectiliniu nu este antrenat decît la anumite intervale de timp de către un arbore care se rotește încontinuu. Dacă se presupune că triunghiul din arce de cerc ABC este rotit cu viteza constantă în jurul axei A, culisa D stă imobilă, pînă cînd muchia C, după o rotire de 30°, a atins punctul cel mai de sus C'.

De-abia din acest punct culisa este deplasată după legea inversă a sinusului, pînă cînd muchia C a ajuns în punctul C''. Pînă acolo deci, corespunzînd unei rotiri unghiulare complete de 90°, viteza culisei crește după legea sinusului, pentru a descreşte apoi în acelaşi fel pînă la oprirea în punctul C''. După cum se vede din fig. 8.6.48, mişcarea şi repausul alternează astfel, încît mişcarea de du-te-vino a culisei se întinde pe cîte 120°, fiecare sens de mişcare fiind întrerupt de cîte o perioadă de repaus de 60°. La execuţia practică se va folosi, pentru a obţine un mers liniştit şi o mai bună legătură cu arborele, o echidistanţă ρ faţă de triunghiul în arce de cerc folosit drept camă (fig. 8.6.49).

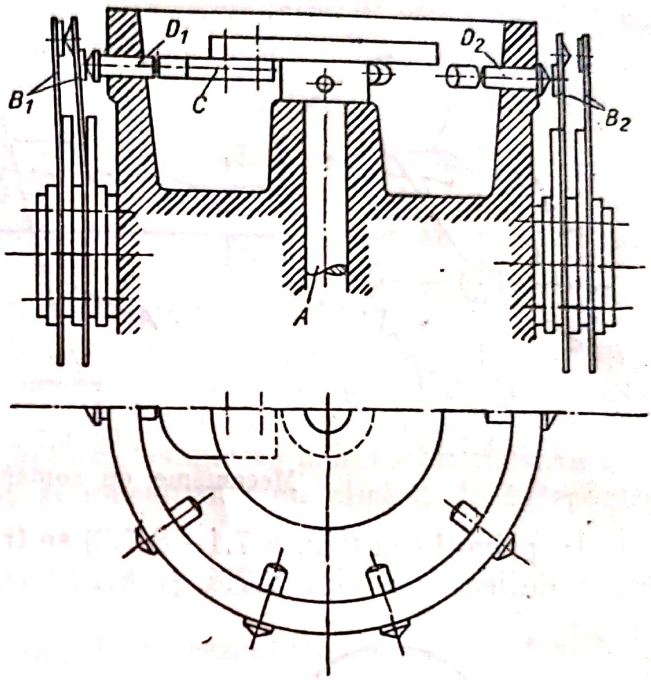


Fig. 8.6.50.
Mecanism cu camă la un întrerupător electric cu pachete cu lame de arc

8.6.3.3. Montaj indirect cu asigurare prin forţă

Ca şi mecanismele directe, mecanismele indirecte cu pîrghii cu legătură asigurată prin forţă se execută mai ales ca mecanisme cu excentric sau cu camă. De exemplu la execuţia reprezentată în fig. 8.6.50 se pune problema de a acţiona succesiv întrerupătoarele pachet cu lame de arc B_1, B_2 etc., prin rotirea arborelui A. Deoarece din cauza spaţiului disponibil nu este posibilă adoptarea unei construcţii cu acţionare directă, mişcarea este transmisă de la elementul de camă C spre diferitele întrerupătoare pachet cu lame de arc, prin elemente intermediare D_1, D_2 etc., executate sub formă de ştifturi de presiune ghidate rectiliniu.

8.6.3.4. Montaj indirect cu asigurare prin formă

Din această categorie fac parte mai ales mecanismele cu bielă-manivelă cu ghidare pe arc de cerc şi cu ghidare rectilinie, uzuale în construcţiile de maşini. Deoarece însă aceste mecanisme sînt de importanţă inferioară pentru mecanica fină, ele nu vor fi tratate.

8.7. MECANISME DE COMANDĂ PAS CU PAS

Mecanismele de comandă pas cu pas servesc pentru mişcarea pas cu pas a unei piese ghidate, mişcarea fiind de obicei o mişcare de rotaţie (fig. 8.7.1) sau o mişcare de translaţie (fig. 8.7.2).

Scanned with OKEN Scanner

În acest caz, piesa B este acționată fie printr-un element de comandă A oscilant și pe care este dispus un clichet de comandă C (fig. 8.7.1 și 8.7.2) sau chiar doi clicheți de comandă (C_1 și C_2) (fig. 8.7.3) (mecanisme de comandă cu clichet), fie printr-un element rotativ de comandă A (fig. 8.7.4 și 8.7.5). Ca element rotativ de comandă pot fi folosite fie o roată de comandă A cu dinte format printr-un știft S (mecanism de comandă cu roată, fig. 8.7.4), fie o manivelă A cu antrenor G (mecanism de comandă cu antrenor, fig. 8.7.5).

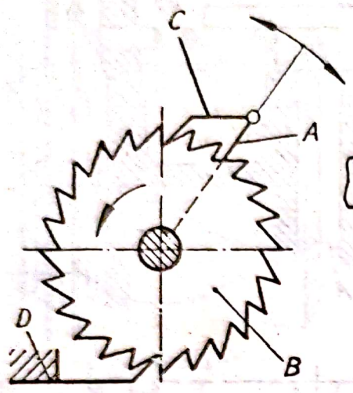


Fig. 8.7.1.

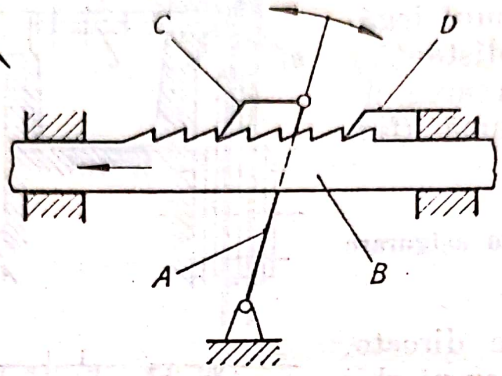


Fig. 8.7.2.

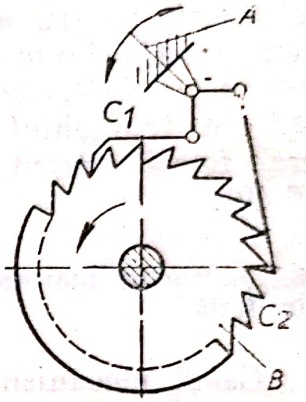


Fig. 8.7.3.

Mecanisme de comandă cu clichet

În primul caz (fig. 8.7.1—8.7.3) se transformă deci o mișcare oscilantă, în al doilea caz (fig. 8.7.4 și 8.7.5), o mișcare continuă într-o mișcare

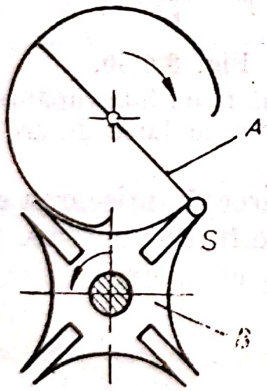


Fig. 8.7.4.
Mecanism de comandă cu roată

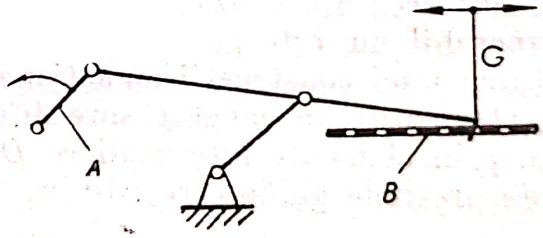


Fig. 8.7.5.
Mecanism de comandă cu antrenor

discontinuă pas cu pas, într-o anumită direcție. În toate aceste cazuri elementul de comandă A acționează asupra piesei B, prin efectul direct al forței.

8.7.1. Mecanisme de comandă cu clichet

La mecanismele de comandă reprezentate în fig. 8.7.1 și 8.7.2, piesa B este mișcată pas cu pas de un element de comandă oscilant A, prin intermediul unui clichet de comandă C, care pătrunde într-o dantură a

piesei B, montată într-un lagăr (fig. 8.7.1) sau ghidată rectiliniu (fig. 8.7.2). La mersul înainte al clichetului de comandă C, piesa B este deplasată înainte cu o distanță corespunzînd unuia sau mai multor pași ai danturii, putînd fi reținută în noua poziție printr-o siguranță separată, de preferință un clichet de blocare D.

La mecanismele de comandă cu un singur clichet de comandă și un clichet de blocare (fig. 8.7.1 și 8.7.2), elementul de comandă oscilant A antrenează la mersul înainte piesa B, prin intermediul clichetului de comandă C, iar la mersul înapoi elementul de comandă A merge în gol, iar piesa B este în repaus. La mecanismul de comandă reprezentat în fig. 8.7.3 piesa este însă acționată atît la mersul înainte cît și la mersul înapoi al clichetului, prin dispoziția a doi clicheți de comandă, C_1 și C_2; în timp ce de exemplu clichetul C_1 comandă, clichetul C_2 merge în gol. La asemenea mecanisme de comandă cu doi clicheți de comandă (fig. 8.7.3), clicheții de comandă pot fi îmbinați într-o singură piesă și capătă forma unei ancore.

La mecanismele de comandă cu clichet reprezentate în fig. 8.7.1.—8.7.3, pasul de comandă este determinat prin pasul dinților. Dacă pasul de comandă trebuie să fie variabil continuu, trebuie folosit, în locul unui clichet de comandă cu acționarea asigurată prin formă (clichet dințat), un clichet de înțepenire a cărui acționare este asigurată prin forță. Se deosebesc deci mecanisme cu clichet dințat și mecanisme cu clichet de înțepenire.

8.7.1.1. Mecanisme de comandă cu clichet dințat

Comanda se execută la construcțiile reprezentate în fig. 8.7.1 și 8.7.2 printr-un element oscilant A, care atacă printr-un clichet C dinții roții B, respectiv ai barei B. Deoarece aceste piese nu sînt asigurate în poziția lor la revenirea elementului A, trebuie prevăzut separat un clichet de blocare D, ca element de blocare. Se poate folosi pentru blocare în anumite cazuri un blocaj prin indexare. Uneori ajunge însă și mersul greu, care este provocat prin frecarea în ghidajele piesei mișcate.

Construcția obișnuită a unui mecanism de comandă cu clichet dințat pentru mișcări rotative este reprezentată în fig. 8.7.6. Pe o pîrghie A sprijinită în lagăre este fixat un clichet C, care se poate roti și el (clichet de comandă) și care intră în golurile corespunzătoare ale dinților roții B. Pîrghia A oscilează în jurul axei cu un anumit unghi și comandă astfel deplasarea roții B cu cîte un dinte. Pentru asigurarea angrenării clichetului C se folosește de obicei un arc, care împinge clichetul în direcția săgeții înspre conturul roții comandate. Mișcarea înapoi a acestei roți este împiedicată prin clichetul de blocare D. Clichetul de comandă poate fi executat fie ca clichet de împingere (fig. 8.7.6), desenat cu linii pline, fie ca clichet de tragere (fig. 8.7.6), desenat cu linii întrerupte. În scopul unei execuții mai ușoare și datorită solicitării mai favorabile se folosesc, în general, clicheți de împingere.

Flancurile active ale dinților sînt orientate radial în cazul reprezentat. Clichetul de comandă este astfel amplasat, încît atacă tangențial față de

cercul interior. El exercită pe suprafața dintelui o presiune $P = M/r$, dacă M reprezintă momentul de torsiune transmis asupra roții comandate.

Adeseori, trebuie să se amplaseze clichetul de comandă fie în interiorul tangentei T (fig. 8.7.7), fie în afara acesteia (fig. 8.7.8). În acest caz forța P se descompune într-o componentă tangențială P_1 și una radială P_2. Componenta P_2 este orientată, în funcție de poziția axei clichetului, fie înspre exterior (fig. 8.7.7), fie înspre interior (fig. 8.7.8), și are deci tendința de a împinge clichetul în afară sau de a-l ține în angrenare. La prima execuție apare o angrenare nesigură, așa încît ea trebuie pe cît posibil evitată.

Uneori se folosesc și roți cu dinți frontali (angrenare axială) ca și la cuplajele cu sens unic cu roată liberă (v. cap. 5.3.2.3).

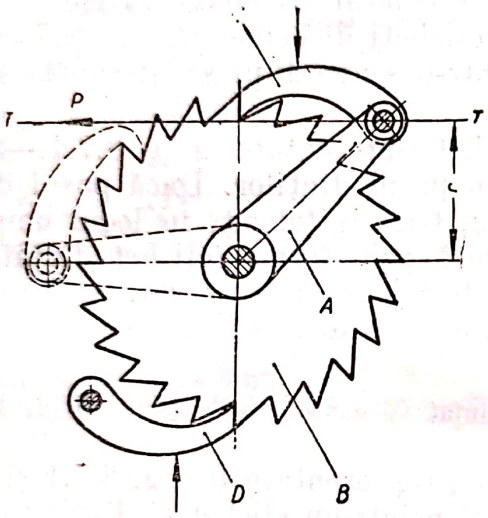


Fig. 8.7.6.

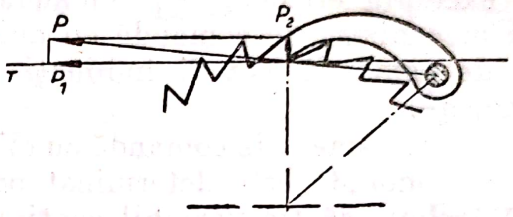


Fig. 8.7.7.

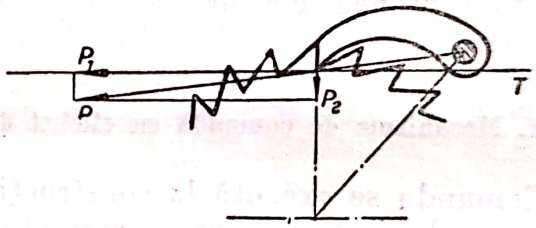


Fig. 8.7.8.

Clichet de comandă care oscilează în jurul axei roții

La construcția reprezentată în fig. 8.7.6, pîrghia A oscilează în jurul axei roții dințate B. În consecință angrenarea clichetului de comandă C este aceeași pe toată lungimea efectivă a pasului de comandă. În multe cazuri însă se impune rezemarea pîrghiei A în afara centrului roții, de exemplu la mecanismele de comandă electromagnetice, la care ea servește în același timp drept armătură a magnetului și deci trebuie să fie fixată pe acesta (fig. 8.7.12 și 8.7.13). Atunci nu se obține o angrenare uniformă pe toată distanța de comandă, deci nici o acționare perfect tangențială a clichetului de comandă, deoarece nu este posibilă ghidarea axei de rotație a clichetului pe segmentul de arc Z_1Z_2 (fig. 8.7.9), al cărui centru corespunde cu centrul roții. Deoarece forma dinților este determinată mai ales de numărul necesar de dinți și de direcția flancului activ al dinților, care, pentru simplificare, se execută totdeauna radial, măsurile pentru realizarea unei angrenări cît mai bune posibil se referă în special la forma clichetului. Dacă acesta ar atinge, de exemplu, la începutul mișcării numai muchia exterioară a dinților (fig. 8.7.10), desenată cu linii pline, capul dintelui s-ar uza repede, mai ales deoarece ar trebui să preia șocul relativ

puternic care se produce la începutul mișcării de comandă; de aceea clichetul se teșește (fig. 8.7.11). După cum se vede din această figură, se renunță la așezarea clichetului pe întregul flanc al dintelui, deoarece o execuție atît de precisă nu ar putea fi realizată decît cu greu și s-ar alege o teșire care este mai mare cu unghiul α decît cea corespunzătoare direcției flancului dinților. În poziția finală, angrenarea ar avea loc așa cum se arată punctat pe desen. Deosebit de frecvent, mecanismele de comandă cu clichet sînt acționate electromagnetic. Ca exemple sînt reprezentate schematic în fig. 8.7.12 și 8.7.13 două asemenea construcții, de tipul celor folosite pentru instalațiile telefonice cu centrală automată. S-au notat cu E — electromagnetul, A — armătura care este executată dintr-o bucată cu pîrghia B, Z — axa de rotire pentru armătura A, respectiv pentru pîrghia

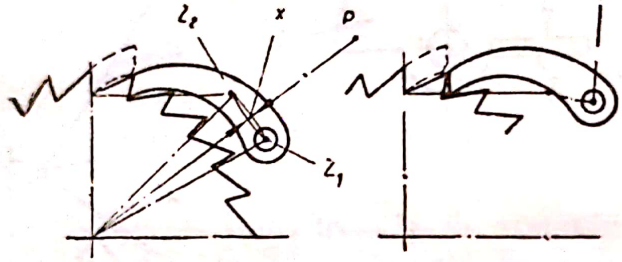


Fig. 8.7.9.

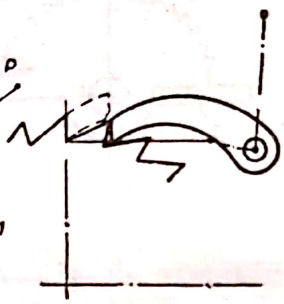


Fig. 8.7.10.

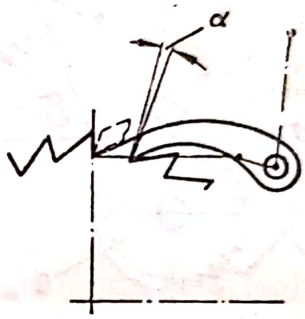


Fig. 8.7.11.

Clichet de comandă fixat în lagăr în afara roții dințate

B, C — clichetul de comandă, D — un limitator pentru acesta, R — roata comandată, iar F — clichetul de blocare. În afară de aceasta, s-a notat în fig. 8.7.13 cu S o cremalieră pentru deplasarea respectiv „ridicarea" în direcția axei de rotație (fig. 8.7.15).

Mai trebuie arătat că la mecanismele de comandă cu acționare electromagnetică apar viteze de comandă relativ mari și deci forțe de accelerare corespunzător de ridicate, care pot avea drept efect o rotire a roții de comandă, datorită inerției, cu mai mult decît un pas de dinte. De aceea se prevede la aceste mecanisme de comandă totdeauna un limitator D fig. (8.7.12—8.7.14), care împiedică cu ajutorul clichetului o rotire în continuare a roții. Pericolul rotirii în continuare este deosebit de mare la selectoarele arătate, deoarece trebuie făcuți în fiecare secundă 30—60 de pași și de aceea apar uneori forțe mari de accelerație. La mecanismele de comandă care sînt executate în cantități mari se folosește drept limitator o ureche îndoită corespunzător din suportul ștanțat, cum se arată în secțiune în fig. 8.7.14; în alte cazuri se prevede un disc așezat excentric sau un șurub de reglaj (fig. 8.7.17).

Folosirea unui blocaj de indexare în locul unui clichet de blocare pentru blocarea roții în pozițiile de repaus se impune, atunci cînd trebuie să existe posibilitatea ca roata să fie rotită, de exemplu în vederea reglării cu mîna, și împotriva sensului de rotire comandat. Un exemplu de acest fel îl reprezintă roata de comandă (fig. 8.7.16) pentru deplasarea colii de

hîrtie cu distanţa dintre rînduri la o maşină de scris. Un blocaj de indexare mai prezintă şi avantajul că atunci cînd roata este împinsă la comandare puţin dincolo de cursa clichetului de comandă, ea este readusă în poziţia corectă de presiunea arcului blocajului de indexare, aşa încît în acest caz se pot elimina de obicei celelalte mijloace pentru evitarea trecerii dincolo de poziţia corectă.

La mecanismele-contoare cu role (cap. 8.7.2), blocajele prin indexare sînt recomandabile pentru a obţine o aşezare precisă a cifrelor.

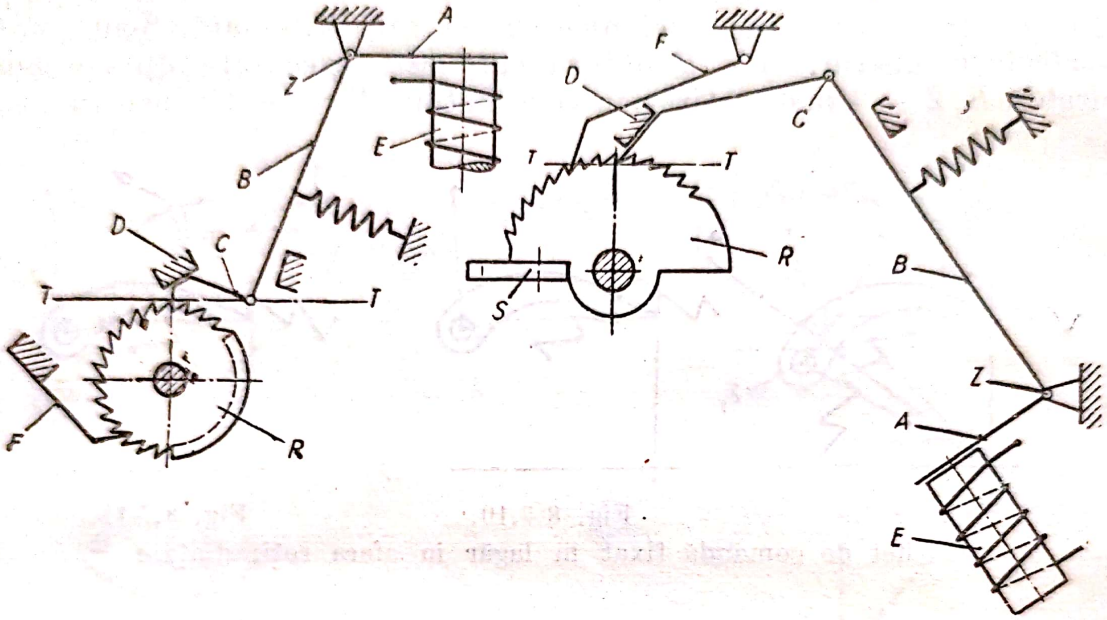


Fig. 8.7.12. Fig. 8.7.13.

Mecanisme de comandă pentru aparatele instalaţiilor telefonice automate

În fig. 8.7.15 se arată un mecanism de comandă pentru mişcări rectilinii la un selector cu două mişcări la mai multe niveluri de la instalaţiile telefonice automate, în care E este electromagnetul, A — armătura care este executată dintr-o bucată cu pîrghia B, Z — axa de rotaţie pentru armătură, respectiv pîrghie, C — clichetul de comandă care este fixat articulat de pîrghia B, D — limitatorul clichetului, S — cremaliera, iar F — clichetul de blocare. Cremaliera S este fixată prin două şuruburi de corpul R (fig. 8.7.13), de la care se văd pe fig. 8.7.15 numai urechile G care servesc pentru ghidarea pe bara cilindrică H. Modul de funcţionare a acestui mecanism de comandă rezultă cu suficientă claritate din desen.

Reglarea pasului de comandă. În unele cazuri se cere ca pasul unui mecanism de comandă să poată fi reglat între anumite limite, aşa încît, de exemplu, la un mecanism de comandă pas cu pas pentru o mişcare de rotaţie roata să poată fi rotită la fiecare pas după dorinţă, cu unul sau mai mulţi dinţi. În acest scop se poate schimba cursa sau, la cursă constantă, angrenarea clichetului.

Pentru a schimba cursa clichetului de comandă se poate prevedea la mecanismele de comandă electromagnetice (fig. 8.7.12 şi 8.7.13) un limitator reglabil pentru armătura A. O construcţie cu reglarea angrenării este

reprezentată în fig. 8.7.16, care arată un mecanism de comandă pentru o mașină de scris. Numărul dinților cu care trebuie să fie rotită roata R poate fi reglat cu ajutorul pîrghiei H. Aceasta este prevăzută cu o ureche L, pe care este ghidat nasul N al clichetului la începutul cursei acestuia. Clichetul poate pătrunde însă într-un gol de dinte al roții, numai atunci cînd alu-

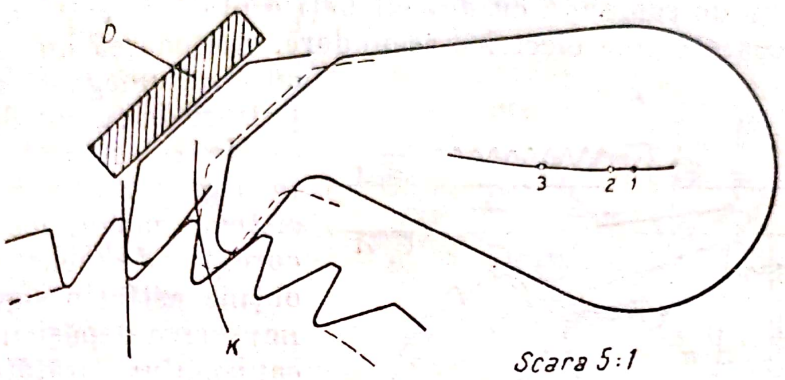


Fig. 8.7.14.
Forma și cursa unui clichet de comandă cu asigurare împotriva depășirii poziției

necă de pe ureche. Dacă trebuie, de exemplu, reglată o distanță mai mare între rînduri, pîrghia H este mișcată înspre dreapta. Clichetul alunecă atunci mai repede de pe ureche și cade deci mai devreme într-un gol de dinte, mărindu-se astfel numărul dinților cu care poate fi rotită roata.

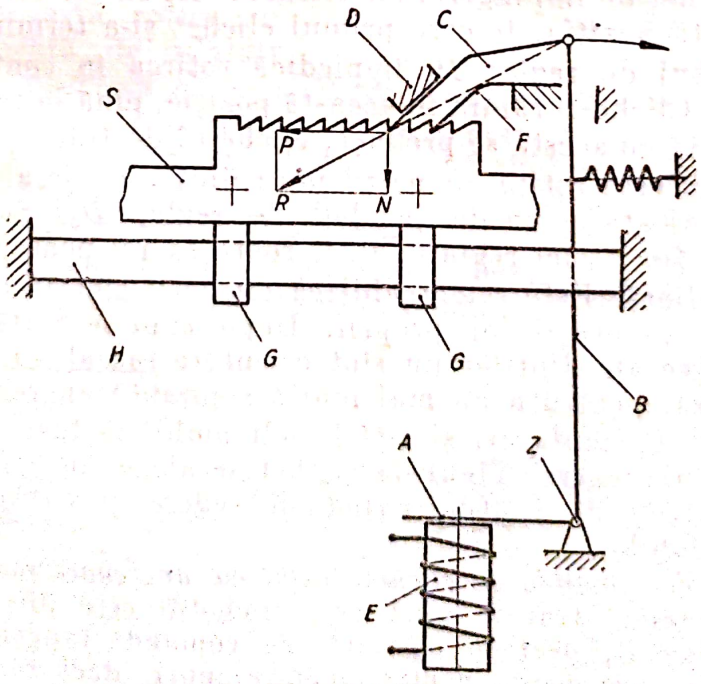


Fig. 8.7.15.
Mecanism de comandă pas cu pas pentru o mișcare de translație al unui selector cu două mișcări la mai multe niveluri al unei instalații telefonice automate

În toate cazurile trebuie însă avut în vedere că finețea reglajului cursei de comandă este limitată bineînțeles de pasul dinților roții de comandă. Cînd forțele care trebuie transmise sînt mici, se poate coborî, la caz de nevoie, cu pasul dinților, pînă la fracțiuni de milimetru. În caz contrar trebuie prevăzută, în scopul obținerii unui avans mai fin, o construcție cu mai mulți clicheți.

Mecanisme de comandă cu doi clicheți dințați de acționare se folosesc mai ales la ceasornicele electrice secundare. Acționarea nu este făcută aci cu electromagneți simpli și impulsuri de curent de același sens ca la selectoarele reprezentate în fig. 8.7.12 și 8.7.13, ci prin sisteme magnetice polarizate și curenți de sens variabil. Se obține astfel o siguranță mărită împotriva depășirii pasului mecanismului arătătoarelor. Deoarece elementul oscilant A (fig. 8.7.3 și 8.7.17) este acționat în ambele sensuri de oscilare prin electromagnet, este de la sine înțeles că ambele sensuri de oscilare pot fi folosite pentru comandă.

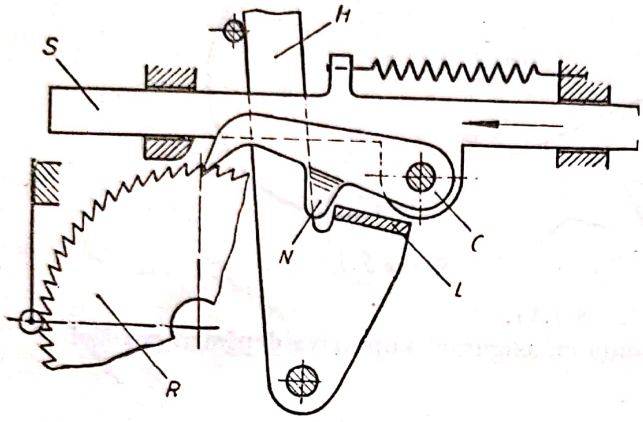


Fig. 8.7.16.
Mecanism de comandă pentru o mașină de scris

La mecanismul de comandă arătat în fig. 8.7.17, clichetul K_1 acționează ca un clichet de împingere, iar clichetul K_2 ca un clichet de tragere. Aci este desenată poziția, în care primul clichet și-a terminat cursa de comandă și șurubul de reglaj D_1 împiedică rotirea în continuare datorită inerției roții R. Clicheții rămîn în această poziție, pînă la următorul impuls de curent. Îndată ce acesta se produce, clichetul de tragere K_2 este ridicat și astfel roata R este rotită cu pasul unui dinte. Rotirea în continuare a roții este împiedicată acum de șurubul de reglaj D_2. Șuruburile D_1 și D_2 trebuie să fie astfel reglate, încît roata să nu poată fugi în nici o poziție intermediară. Este remarcabil că clicheții sînt ținuți în angrenare numai datorită greutății lor proprii. După cum se arată în fig. 8.7.17, suprafețele active ale dinților nu sînt orientate radial, ci dinții sînt ușor înclinați la bază, pentru a da mai multă siguranță angrenării clicheților.

Clicheții pot fi amplasați și astfel încît ambii să lucreze ca clicheți de tragere sau de împingere. Tipul de clichet se alege, în general, în funcție de disponibilitățile de spațiu, avînd în vedere și accesul la șuruburile limitatoare reglabile.

Mecanisme de comandă cu clichet dințat cu angrenare radială. La mecanismele de comandă tratate pînă aci, clichetul este mișcat, în general, în direcția mișcării, deci la o roată de comandă tangențială. Se poate obține o simplificare dorită pentru unele scopuri, dacă roata de comandă este acționată prin intrarea elementului de comandă din direcție radială. Acesta trebuie să fie prevăzut cu suprafețe de atac înclinate, care împing

dinții roții de comandă lateral. Trebuie însă avut în vedere că, prin angrenarea nefavorabilă a elementului de comandă, solicitarea dinților roții comandate este foarte mare. În afară de aceasta, funcționarea fără defecte a acestor mecanisme de comandă depinde foarte mult de precizia execuției elementelor componente și de menținerea unei poziții invariabile a acestor elemente în timpul funcționării.

Construcția reprezentată în fig. 8.7.18 servește pentru rotirea rolelor cu cifre la mecanismele aparatelor de taxat. S-a ales aci soluția în care roata R este legată rigid cu o rolă cu cifre, nereprezentată pe desen, iar rotațiile acesteia sînt transmise printr-un angrenaj cu doi dinți asupra celorlalte role, ca în fig. 8.7.28—8.7.32. Acționarea pîrghiei A se face de către o camă B și un cerc elicoidal C, care lucrează alternativ asupra pîrghiei. În desen este reprezentată poziția de repaus pe care o adoptă roata și pîrghia, după ce aceasta din urmă a executat o mișcare completă de du-te-vino. Îndată ce pîrghia A este mișcată de cama B în direcția săgeții, suprafața sa activă l ajunge în poziția desenată cu linii întrerupte și ține roata comandată R cu un anumit unghi. Această rotire nu poate fi împiedicată de celălalt braț al pîrghiei, deoarece el a ieșit din angrenare. La revenirea pîrghiei suprafața activă 2 prinde dintele roții care a ajuns în raza ei de acțiune și rotește astfel roata mai departe, pînă cînd roata și pîrghia ajung în poziția desenată. Întreaga rotire a roții corespunde unui pas de dinte. Pentru ca poziția roții în situațiile intermediare să fie asigurată, este recomandabil să se prevadă un arc de indexare (desenat cu linie întreruptă). Roata R și pîrghia A sînt executate din alamă.

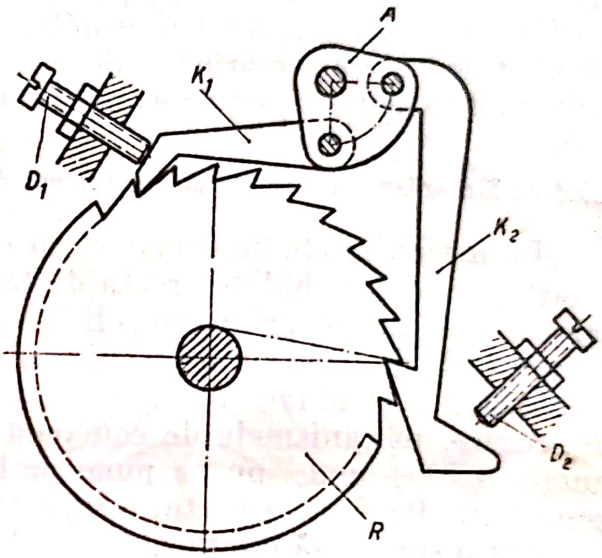


Fig. 8.7.17.
Mecanismul de comandă al unui ceas electric secundar

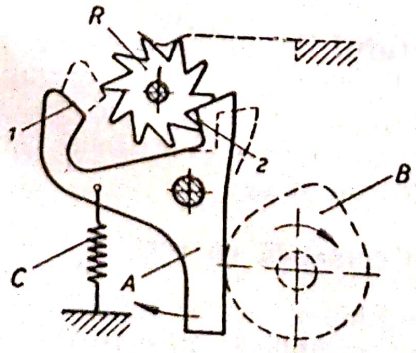


Fig. 8.7.18.
Contor pentru un aparat de taxat

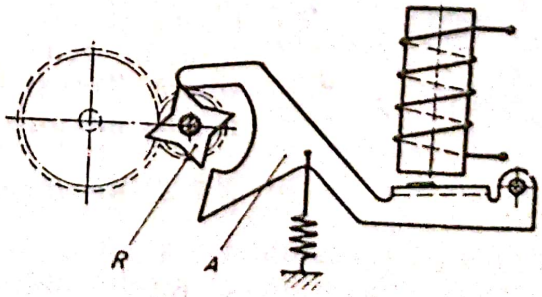


Fig. 8.7.19.
Contor pentru convorbiri telefonice

Dacă numărul dinților roții R se micșorează atît, încît să nu mai rămînă decît patru, se ajunge la construcția reprezentată în fig. 8.7.19, care se folosește la un contor de convorbiri pentru oficiile telefonice. Acționarea se face printr-un electromagnet și un arc de rupere, care lucrează alternativ asupra armăturii A. Cu roata R este îmbinat un mecanism de numărare, care indică numărul comenzilor, respectiv al convorbirilor. Și aci este nevoie de un mers de du-te-vino al armăturii A pentru a obține rotirea roții R cu un pas de dinte. În fig. 8.7.19 este reprezentată poziția pe care o adoptă armătura A la revenirea sa, pentru a completa rotirea roții R cu un pas de dinte. Forma originală a armăturii și a roții asigură poziția roții după terminarea oscilației armăturii, așa încît nu mai este necesar un mijloc separat de asigurare, ca de exemplu un arc de indexare.

8.7.1.2. Mecanisme de comandă cu clichet de înțepenire

La mecanismele de comandă cu clichet de înțepenire pentru mișcări de rotație ale piesei ghidate, roata dințată este înlocuită printr-un disc neted, iar clichetul dințat printr-un „clichet de înțepenire", adică printr-un element de comandă de tipul unui blocaj prin înțepenire. Deoarece antrenarea discului de comandă se face în acest caz numai printr-o asigurare prin forță dată de frecare, mecanismele de comandă cu clichet de înțepenire se pot folosi numai acolo, unde nu se pune problema respectării riguroase a pasului comandat. Pe de altă parte, o suprafață netedă trebuie oarecum considerată ca fiind o suprafață danturată cu o dantură infinit de fină. Asemenea mecanisme de comandă sînt de aceea recomandabile mai ales atunci cînd pasul comandat trebuie să fie reglabil după voie. Acesta este cazul, de exemplu, cu suportul pentru stenograme sau concepte pentru mașini de scris (fig. 8.7.20), care trebuie să se deplaseze cu distanța unui rînd la fiecare apăsare a unei clape și care trebuie să fie reglabil pentru orice distanță între rînduri. Reglajul se face prin limitarea cursei tijei A printr-un limitator reglabil. Datorită rezistenței la rotire a discului F, clichetul B este presat către acest disc, așa încît atît discul cît și suportul propriu-zis al hîrtiei de concept, antrenat prin intermediul unui șnur de tracțiune, sînt antrenate cu siguranță. După ce i se dă drumul clapei, tija A revine pe locul său, în timp ce discul F este blocat de frîna G.

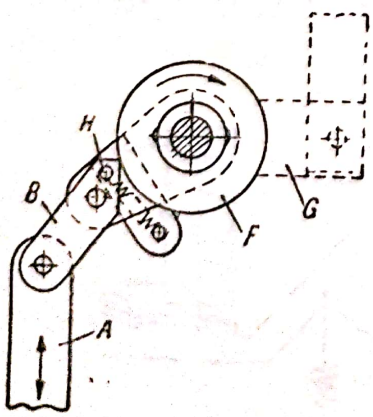


Fig. 8.7.20.
Mecanism de comandă cu clichet de înțepenire

În locul clichetului de înțepenire s-ar putea folosi și un corp de rostogolire, de exemplu o bilă, în genul cuplajelor cu sens unic cu roată liberă. Totuși în mecanica fină se întîlnesc rar asemenea mecanisme de comandă.

8.7.2. Mecanisme de comandă cu roți

Cînd se pune problema ca la un arbore care se rotește uniform să se obțină o mișcare de rotație discontinuă, s-ar putea folosi în acest scop un cuplaj intermitent, comandat discontinuu (cap. 5.3), dacă

cei doi arbori sînt coaxiali. Mai simple sînt însă în asemenea cazuri mecanismele de comandă cu roți (fig. 8.7.4), la care însă cei doi arbori sînt de obicei așezați paralel unul față de altul, ca la angrenajele cilindrice (cap. 8.3.3). Se cunosc însă și mecanisme de comandă prin pinioane dințate, la care direcțiile axelor se încrucișează, ca la un angrenaj cu roți dințate elicoidale (cap. 8.3.7).

În cazul poziției paralele a axelor ar fi numai necesar, de exemplu la o transmisie cu roți dințate cilindrice, ca dinții roții conducătoare să fie parțial îndepărtați, pentru a obține astfel o mișcare discontinuă a roții conduse. În cele mai multe cazuri ajunge însă dacă roata care acționează are numai un dinte sau doi dinți. Identificarea acestei situații a dus la realizarea mecanismelor cu un dinte sau cu doi dinți. La primele, dintele este adesea înlocuit printr-un fus asemănător cu danturile în lanternă. Deoarece

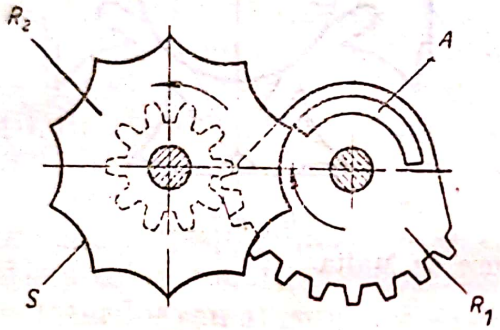


Fig. 8.7.21.

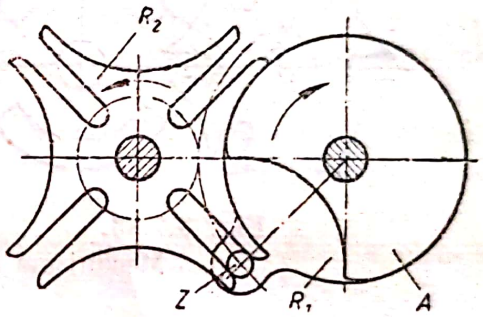


Fig. 8.7.22.

Mecanisme de comandă prin dinți cu blocare prin cilindru

în pozițiile de repaus sau de indexare ale roții conduse dinții nu sînt în angrenare, aceste poziții trebuie asigurate. Aceasta se poate face de obicei prin realizarea corespunzătoare a formei pieselor asigurate prin formă, deci fără mijloace separate de asigurare, ca clicheți sau blocaje de indexare.

În fig. 8.7.21 se reprezintă un mecanism de comandă prin dinți, la care roata conducătoare R_1 este executată sub forma unui segment dințat avînd 9 dinți, în timp ce roata condusă R_2 este o roată plină cu 10 dinți. Dacă roata R_1 face o rotație, roata condusă execută deci 0,9 rotații. Pentru asigurarea pozițiilor de indexare, segmentul R_1 este prevăzut cu un prag cilindric A, care pătrunde în degajări corespunzătoare în formă de arce de cerc ale unui disc legat de roata R_2 (blocaj cilindric, cap. 4.2.1.2). Deoarece această roată poate avea la o rotație 10 poziții de indexare, trebuie să existe și 10 degajări S ale discului.

Dintre mecanismele cu un dinte cel mai cunoscut este mecanismul cu cruce de Malta, care și-a căpătat numele după forma roții conduse (fig. 8.7.22). Aci roata conducătoare R_1 poartă în loc de dinte un fus Z, în timp ce roata condusă R_2, așa numita roată stelată, are patru crestături sau goluri de dinte. Pentru asigurarea pozițiilor de indexare, roata conducătoare R_1 este prevăzută cu un adaos cilindric A, care pătrunde în fiecare poziție de indexare într-o degajare în formă de arc de cerc a roții stelate R_2. Deoarece roata stelată ajunge în timpul rotirii cu vîrful dinților în domeniul umărului A,

acesta trebuie degajat în mod corespunzător prin frezare. Raportul de transmitere este: $i = z_2/z_1 = 4/1$. Mecanismul poate fi modificat prin aceea că în locul unui dinte sau al unui fus se prevăd mai mulți dinți sau mai multe fusuri, iar în locul a patru crestături sau goluri de dinți se prevăd

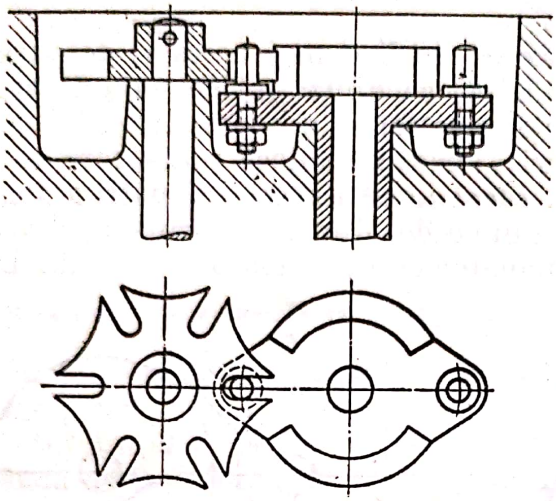


Fig. 8.7.23.

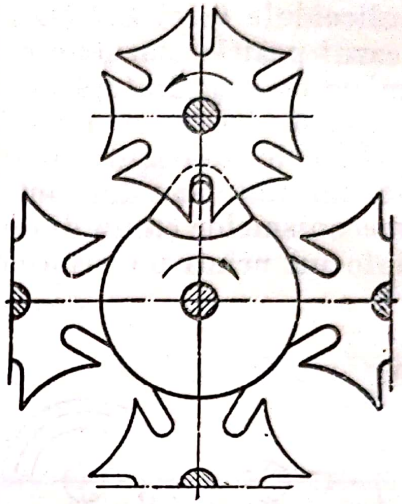


Fig. 8.7.24.

Mecanisme cu cruce de Malta

minimum cinci. În fig. 8.7.23 se reprezintă un mecanism cu două fusuri și șase crestături. Aceste mecanisme pot fi construite și astfel, încît o roată cu fusuri să acționeze mai multe roți stelate (fig. 8.7.24).

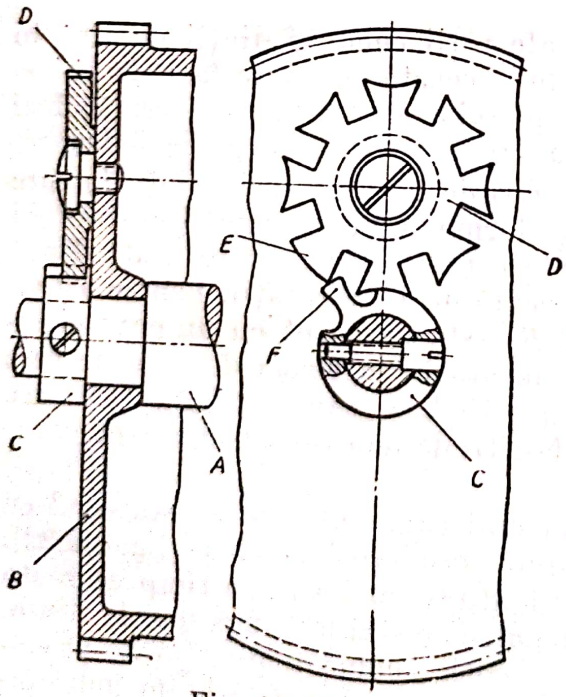


Fig. 8.7.25.
Mecanism cu cruce de Malta al unui mecanism cu arc motor

Pentru a obține un lucru fără șocuri, dintele (știftul pinionului) trebuie să se miște la angrenare radial față de roata stelată, deci unghiul de angrenare trebuie să fie la roata cu patru crestături $2 \cdot 45° = 90°$.

La o rotire a roții R_1, antrenată uniform, roata R_2 rămîne trei sferturi din acest timp în repaus, iar în timpul mișcării care durează un sfert din timp ea este accelerată progresiv și apoi încetinită. La o cruce de Malta cu șase crestături s-ar realiza, la mecanismul cu un dinte, 1/6 din timp pentru avans și 5/6 pentru repaus; la mecanismul cu doi dinți, adică cu două role de antrenare decalate la 108°, avansul s-ar produce de două ori în timpul unei rotații, așa încît

pentru avans se obține durata de 1/3 din durata unei jumătăți de rotație, iar pentru repaus 2/3.

Frecarea fusurilor în crestături este relativ mare. De aceea se capsulează eventual mecanismul (fig. 8.7.23 sus), pentru ca el să funcționeze în ulei, ceea ce duce atît la reducerea uzurii, cît și la amortizarea zgomotului. Frecarea se reduce de asemenea prin introducerea unor role din oțel pe fusuri. La dimensiunile mici ale mecanismelor, nu există însă de obicei spațiu pentru role.

Mecanismul cu cruce de Malta se folosește mai ales în tehnica cinematografică, unde servește pentru deplasarea sacadată a benzii de film la aparatele de proiecție. Cu privire la construcția acestor mecanisme, trebuie consultată literatura respectivă. La construcția mecanismelor de ceasornic se folosesc mecanismele cu cruce de Malta pe scară largă, pentru a limita mișcarea pentru întoarcerea arcurilor motoare. O asemenea construcție este reprezentată în fig. 8.7.25, în care B este carcasa arcului, C — roata cu un dinte fixată pe arbore, iar D — roata stelată montată pe carcasă. Blocarea se face îndată ce roata cu un dinte atinge cu partea sa cilindrică dintele E al roții stelate și se înțepenește acolo. Construcția poate fi însă executată și astfel, încît un gol al roții stelate să fie umplut, iar dintele F al roții cu un dinte să nu poată angrena în acest punct.

Mecanisme pentru contoare. Mecanismele cu cruce de Malta comportă o execuție precisă. Condițiile de precizie sînt deosebit de ridicate, dacă numărul crestăturilor sau al golurilor de dinți ale roții stelate trebuie să fie relativ mare, iar diametrul său trebuie să fie relativ mic. De aceea se preferă la contoarele cu comanda sacadată a rolelor un alt tip de mecanisme cu un dinte, la care precizia are mai puțină importanță (fig. 8.7.26 și 8.7.27). El se compune din roata de comandă A, care poartă un fus Z și are un gol L, și din roata N cu 20 dinți, care sînt de lățimi diferite în direcție axială. După un dinte lat, urmează totdeauna un dinte îngust. La acționare, fusul Z angrenează întîi cu un dinte îngust și rotește roata cu 1/20 din conturul său (fig. 8.7.26), după care marginea golului L apucă un dinte lat și roata B este rotită încă odată cu 1/20 din conturul său. Deoarece marginea golului lucrează ca un flanc de dinte, mecanismul ar putea fi numit și mecanism cu doi dinți.

Dacă roata A se mișcă în continuare și golul iese din angrenare, roata B rămîne totuși blocată, deoarece la marginea roții A sînt așezați doi dinți lați (fig. 8.7.27), care împiedică rotirea.

Dacă roțile unui contor se amplasează așa cum se arată în fig. 8.7.26 și 8.7.27, se obțin dimensiuni relativ mari. De aceea se preferă la contoarele electrice, de apă, de turație, de cursă etc. o construcție ca cea reprezentată în fig. 8.7.28 — 8.7.32, la care roțile A și B sînt așezate pe o axă comună și mișcarea este transmisă de la o roată la cealaltă, printr-o roată intermediară C. După cum se vede din fig. 8.7.30, roata A are doi dinți orientați axiali Z_1 și Z_2, care lasă între ei un gol, iar roata B are douăzeci de dinți (fig. 8.7.28). Roata C poartă opt dinți, dintre care fiecare al doilea dinte este scurtat în direcție axială (fig. 8.7.29). Comanda mișcării se face astfel: dacă roata A este rotită, ajunge întîi dintele său

Z_1 (fig. 8.7.30) în contact cu un dinte scurtat al roții C și o rotește pe aceasta cu 45°. Acest dinte trebuie să fie scurtat pentru că marginea roții A nu prezintă în această poziție un gol care poate să îl preia. Apoi dintele Z_2 apucă al doilea dinte nescurtat al roții C (fig. 8.7.31) și rotește roata tot cu 45°, așa încît rezultă poziția arătată în fig. 8.7.32. Secțiunea $F - G$ prin roata C este astfel făcută, încît dinții scurtați nu sînt vizibili în

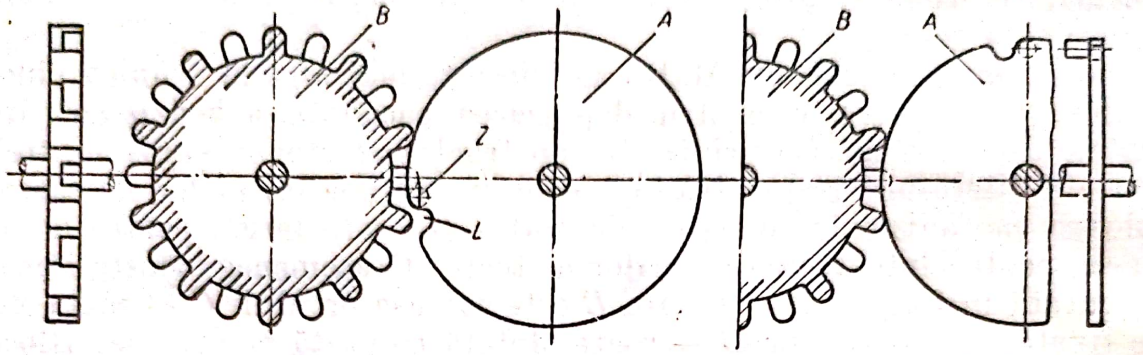


Fig. 8.7.26.

Fig. 8.7.27.

Contoare de comandă sacadată a rolelor cu cifre

fig. 8.7.31 și 8.7.32. Între timp roata B s-a rotit cu doi pași de dinte, deci cu 1/10 din conturul său. După cum se vede din fig. 8.7.32, doi dinți ai roții C se reazemă acum pe conturul roții A; roata C este deci blocată și cu ea și roata B, deoarece dinții acesteia sînt în angrenare cu cei ai roții C. Mai

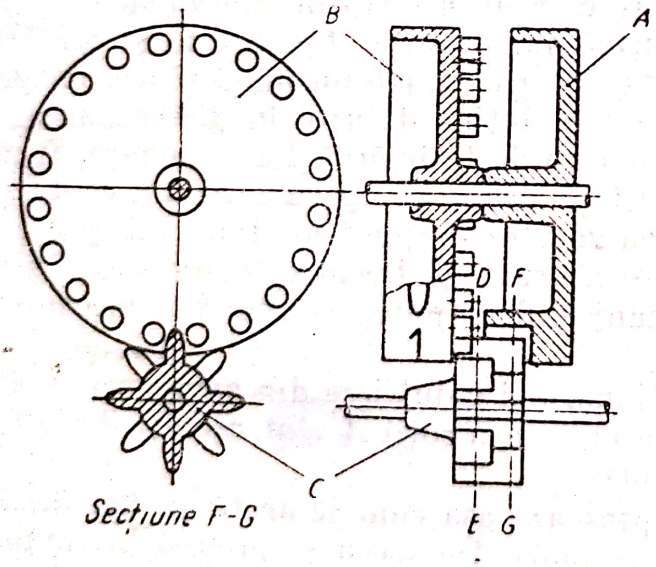


Fig. 8.7.28.

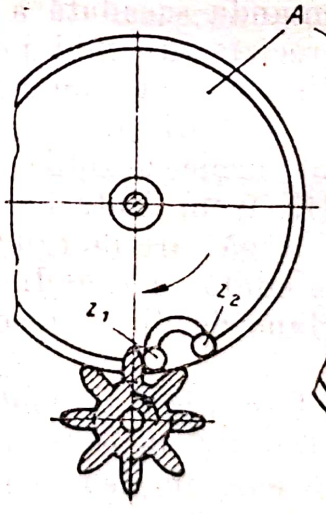


Fig. 8.7.29.

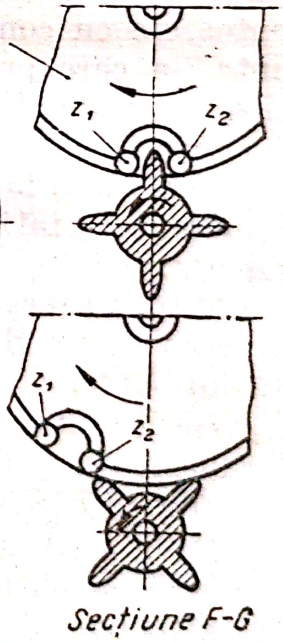


Fig. 8.7.30. Fig. 8.7.31. și 8.7.32.

Mecanism cu doi dinți pentru contoare

trebuie menționat că roțile A, B și C se execută de obicei prin turnare sub presiune. Roata C poate fi executată și cu șase dinți în loc de opt.

Dintre mecanismele cu un dinte face parte și contorul reprezentat în fig. 8.7.33 și 8.7.34, care se compune din două roți A și B, dintre care

Scanned with OKEN Scanner

prima are un fus Z și doi pereți cilindrici a_1 și a_2, în timp ce cea de a doua roată este prevăzută cu dinții z_1, z_2, z_3 și așa mai departe. Comanda mișcării se face asemănător cu cea de la mecanismele cu cruce de Malta, totuși pozițiile de repaus se asigură în alt sistem, după cum se vede din figuri. În fig. 8.7.33 se arată poziția pe care o adoptă roțile la începutul comenzii. Fusul Z al roții conducătoare A atinge dintele z_3 al roții B, în timp ce profilele a_1 și a_2 sînt pe cale de a elibera dintele z_4 blocat de aceste profile, permițînd astfel mișcarea în continuare a roții B. După terminarea

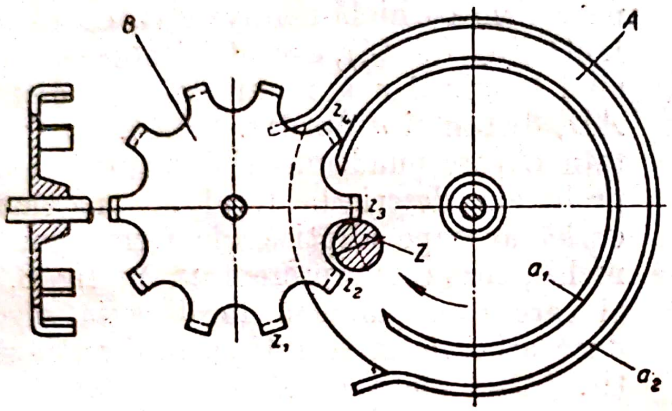


Fig. 8.7.33.

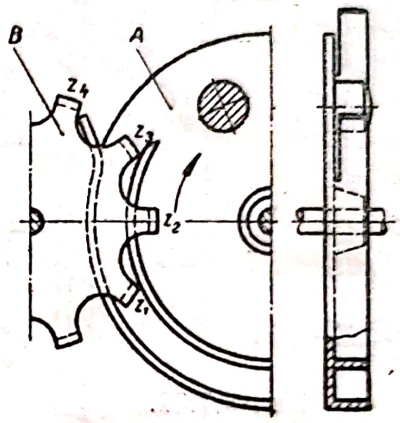


Fig. 8.7.34.

Mecanism cu un dinte pentru contoare

pasului comandat, roata B rămîne imobilizată (fig. 8.7.34), în timp ce roata A se rotește mai departe. Profilele inelare a_1 și a_2 alunecă între timp între dinți, așa încît în cea mai mare parte a drumului doi dinți rămîn blocați, pînă cînd se ajunge din nou în poziția arătată în fig. 8.7.33. Ase-

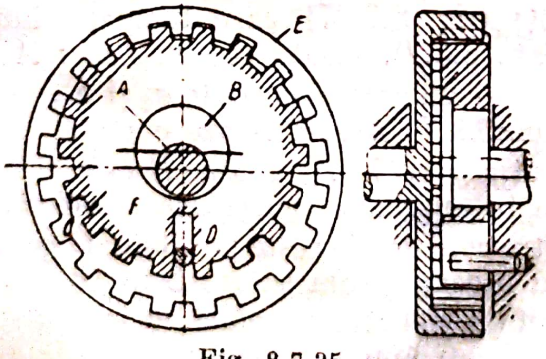


Fig. 8.7.35.

Mecanism de comandă cu excentric

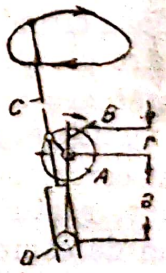


Fig. 8.7.36.

Mecanism cu bielă-manivelă cu culisă oscilantă pentru ilustrarea modului de funcționare

menea mecanisme de comandă se folosesc la contoarele la care discurile prevăzute cu cifre se rotesc în pas prin fața unor ferestre. Un pas corespunde atunci unei rotiri cu 1/10 din contur.

Un mecanism de comandă original, care se întîlnește la anumite contoare de rotații din comerț, este arătat schematic în fig. 8.7.35. Mișcarea

de rotație a arborelui A trebuie transformată într-o mișcare pas cu pas a roții E. În acest scop s-au prevăzut un excentric B, o roată C ($z = 18$) și un cep fix D destinat ghidării roții C. Excentricul este îmbinat rigid cu arborele. Roata dințată E are pe conturul său interior 20 de dinți. La rotirea arborelui A cu 360° roata dințată C execută, sub influența excentricului B, nu numai o mișcare în direcția crestăturii sale F, ci și o mișcare de oscilație în jurul cepului D.

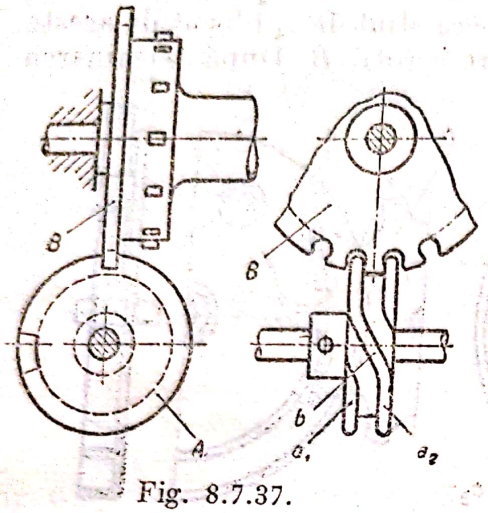


Fig. 8.7.37.
Mecanism de comandă cu axe încrucișate

Piesele se mișcă în acest timp ca la un mecanism cu bielă-manivelă cu culisă oscilantă (fig. 8.6.44), excentricitatea corespunzînd lungimii r a manivelei, iar distanța AD, distanței a din fig. 8.6.44. Roata dințată C corespunde pîrghiei cu culisă, a cărei prelungire descrie la locul de angrenare o curbă aproape eliptică (de forma unui rinichi), cum este reprezentată în fig. 8.7.36 și care este parcursă în direcția săgeții, dacă arborele A se rotește în direcția săgeții. Astfel roata cu dantura interioară E este antrenată la mersul înainte (săgeata înspre dreapta) și este rotită cu doi pași de dinte corespunzător cu diferența dintre numerele de dinți. La întoarcerea pe partea inferioară a curbei (săgeata înspre stînga), roata C iese sus din angrenare și se rostogolește în partea inferioară a danturii roții E, asigurînd-o pe aceasta împotriva unei rotiri datorită unor forțe exterioare.

Cînd axele se încrucișează, un arbore poate fi comandat pas cu pas dacă ambii arbori sînt echipați cu roți (fig. 8.7.37), care lucrează împreună asemănător cu roțile elicoidale (cap. 8.3.7). Roata conducătoare A poartă pe suprafața cilindrică în loc de filet două creste paralele a_2 și a_1, care sînt legate între ele printr-o porțiune oblică b. Aceste creste pătrund în goluri corespunzătoare ale roții B. La rotirea roții A, roata B este rotită mai departe numai atunci cînd ajunge în angrenare porțiunea oblică b. Pasul comandat corespunde distanței dintre cele două creste paralele. După rotirea cu un pas, roata B este din nou blocată, cum se arată în figură. Acest mecanism de comandă a fost folosit în trecut, împreună cu mecanismul cu cruce de Malta, în tehnica cinematografică pentru transportul filmului.

8.7.3. Mecanisme de comandă cu antrenor

Pentru a deplasa o bandă sacadat, ea poate fi trasă peste conturul unui tambur de avans, care angrenează pe contur prin dinți sau știfturi cu asigurare prin formă, în găuri ale benzii, arborele tamburului de avans fiind acționat de un mecanism de comandă cu dinți, de exemplu de un mecanism cu cruce de Malta (fig. 8.7.22), care își primește mișcarea de la un arbore cu

turație constantă. În locul angrenării cu asigurare prin formă, antrenarea benzii se poate realiza eventual și prin roți de fricțiune.

S-a dovedit totuși că se obține în general un avans mai precis printr-un mecanism de comandă cu antrenor. Dacă trebuie să se deplaseze cu mîna o bandă pas cu pas cu o anumită porțiune, banda va fi întîi apucată și deplasată, apoi i se dă drumul și, după întoarcerea în punctul de plecare, procedeul se repetă. Această mișcare complicată se poate descompune însă în două componente, care se succed cu o anumită decalare de faze, și anume, mai întîi o mișcare de du-te-vino în direcția deplasării și apoi o mișcare, în general perpendiculară pe prima, pentru a apuca banda și apoi pentru a-i da drumul, corespunzător cu comanda unui cuplaj intermitent. Aceste două tipuri de mișcări, care pot fi denumite pe scurt mișcare de translație și mișcare de apucare, pot fi distinse la fiecare mecanism de comandă cu antrenor.

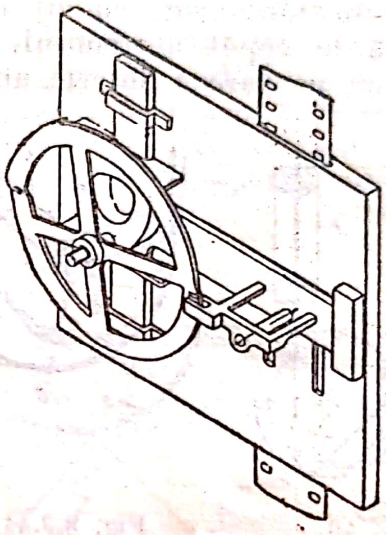


Fig. 8.7.38.

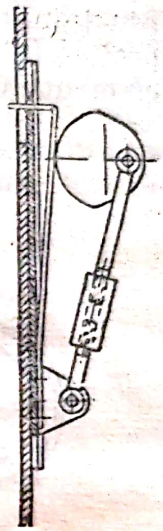


Fig. 8.7.39.

Mecanisme de comandă cu antrenor pentru transportul filmului

Ele pot fi distinse în modul cel mai clar la mecanismul de antrenare pentru film cinematografic (fig. 8.7.38). Pentru mișcarea de translație, o sanie face o mișcare de du-te-vino cu ajutorul unui mecanism cu camă (triunghi din arce de cerc, v. fig. 8.6.47—8.6.49). Pentru a antrena banda de film în timpul mișcării de avans, furca de antrenare, în mișcare odată cu sania, trebuie să fie astfel comandată, încît dinții săi să angreneze numai într-o anumită parte din timpul consumat pentru o rotație a arborelui de acționare. Această mișcare este comunicată furcii prin marginea îndoită corespunzător a unei șaibe din tablă, prin care furca este împinsă sacadat înainte și înapoi.

La mecanismul de comandă cu antrenor (fig. 8.7.39), mișcarea de translație este asigurată de un mecanism cu bielă-manivelă cu cursă rectilinie, prin care este imprimată o mișcare de du-te-vino saniei care poartă furca. Intrarea în acțiune a furcii, care este fixată foarte simplu de un arc lamelar pretensionat apăsînd pe o camă, este astfel comandată prin forma corespunzătoare a acestei came, încît dinții nu intră în acțiune decît în timpul mișcării de avans și se retrag în timpul mișcării de întoarcere.

Dacă se urmărește mai atent traiectoria pe care o descrie un dinte al furcii în spațiu, în timpul lucrului, se obține o curbă care se desfășoară în timpul avansului mai mult sau mai puțin rectiliniu în direcția de deplasare a benzii. Intrarea într-o nouă gaură la începutul avansului și ieșirea din gaură la terminarea avansului trebuie să se producă aproximativ perpendicular

pe direcția de mișcare a benzii, așa încît curba trebuie să se îndoaie la ambele capete destul de brusc la unghi drept. Restul curbei, care corespunde duratei de imobilizare a benzii, poate fi realizat aproximativ după voie, deci de exemplu în formă de semicerc și se obține astfel o curbă în formă de D.

Un mecanism simplu, care ghidează direct dinții furcii pe o curbă în formă de D, este reprezentat schematic în fig. 8.7.5. El poate fi dedus funcțional dintr-un mecanism cu bielă-manivelă oscilant a cărui bielă prelungită poartă la capăt antrenorul. La alegerea adecvată a lungimii elementului, curba pe care o descrie antrenorul este în formă de D.

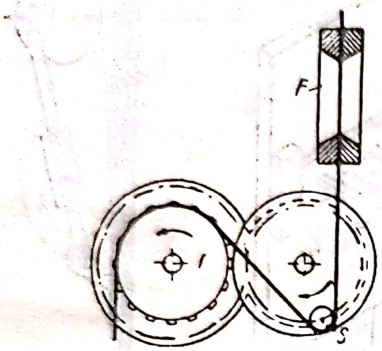


Fig. 8.7.40.

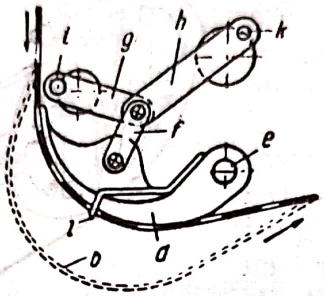


Fig. 8.7.41.

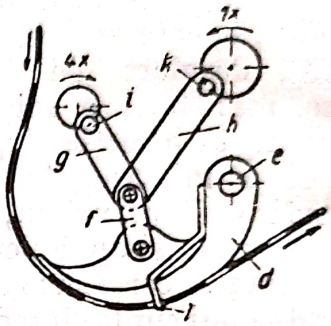


Fig. 8.7.42.

Mecanisme de comandă cu bătător pentru avansul benzii de film

Pentru a deplasa sacadat benzi care nu sînt găurite, ar putea fi folosite mecanisme asemănătoare, la care angrenarea asigurată prin formă este înlocuită printr-o „angrenare prin fricțiune", care reprezintă o asigurare prin forță. Adeseori asemenea mecanisme de comandă se folosesc și pentru comanda benzilor cu găuri (fig. 8.7.40—8.7.42).

Un mecanism de comandă cu bătător pentru avansul benzii de film la aparatele cinematografice este arătat în fig. 8.7.40. Între fereastra de proiecție F și tamburul T de înfășurare care se rotește uniform este amplasat un disc cu o rolă S (bătătorul), asezată excentric și care se rotește ușor. Discul este legat cu tamburul T printr-un angrenaj cu roți dințate. Rotirea discului are drept efect că bătătorul scoate din banda de film o buclă, care este atît de mare, încît banda de film este transportată prin fața ferestrei cu un pas de imagine. Asigurarea poziției benzii de film la ridicarea bătătorului se realizează printr-un ușor blocaj de frînare amplasat în fereastra de proiecție a filmului.

Un alt mecanism de comandă cu bătător pentru același scop este reprezentat în fig. 8.7.41 și 8.7.42, care prezintă, față de execuția reprezentată în fig. 8.7.40, avantajul că banda de film este mai puțin îndoită în timpul comandării mișcării. Bătătorul este amplasat, ca și în fig. 8.7.40, între fereastra de proiecție și tamburul de înfășurare. Transportul filmului prin fereastră se face printr-un bătător format dintr-un segment de cerc, care printr-un mecanism cu pîrghie apasă filmul realizînd astfel o buclă (fig. 8.7.41). Vitezele periferice ale celor doi arbori cu excentric sînt în raportul 4:1. Știftul 1 este prevăzut numai pentru reglajul fin al imaginii în

fereastra de proiecție. El se așază de-abia în ultima clipă a cursei pe marginea găurii filmului (fig. 8.7.42). Asigurarea poziției benzii de film este dată, ca și în fig. 8.7.40, printr-un blocaj de frînare amplasat în fereastra de proiecție.

8.8. MECANISME DE ÎMPIEDICARE

Pentru acționarea arborilor cu ajutorul clicheților de comandă mișcați pe cale electromagnetică (fig. 8.7.12 și 8.7.13) este necesară o forță considerabilă, dacă la fiecare pas de comandă trebuie puse brusc în mișcare mase mai importante. Se poate rezolva problema însă și cu o forță mult mai redusă, dacă forța propriu-zisă de acționare se ia dintr-un acumulator de energie (cap. 7) și se comandă numai în mod corespunzător, blocîn-

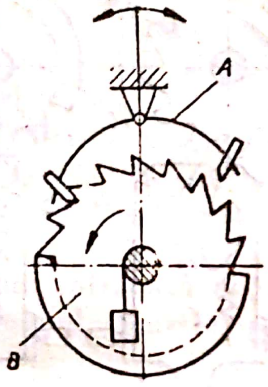


Fig. 8.8.1.

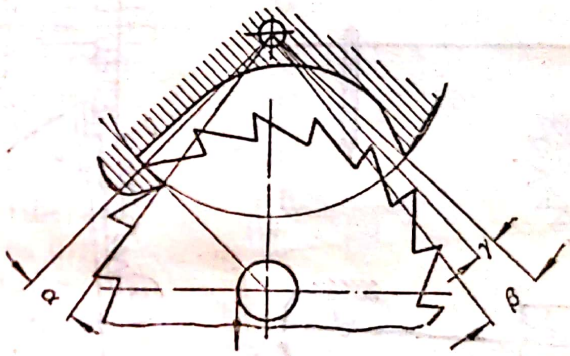


Fig. 8.8.2.
Mecanism de împiedicare

du-se și eliberîndu-se de exemplu sacadat (fig. 8.8.1), cu ajutorul elementului de împiedicare oscilant A, un arbore care stă permanent sub influența forței de acționare. Se obține oarecum un efect de releu, care este folosit în mod asemănător pe scară largă în electrotehnică, pentru a declanșa printr-un curent slab un efect de forță relativ important. Aceste mecanisme de împiedicare prezintă însă față de mecanismele de comandă dezavantajul că sînt legate de existența unui acumulator de energie, care trebuie reîncărcat din timp în timp. Ca acumulator de energie se folosește în general un arc.

Mecanismele de împiedicare se execută, în cele mai multe cazuri, sub formă de mecanisme de împiedicare cu clichet dințat, cum se reprezintă în principiu în fig. 8.8.1. Elementul oscilant (elementul de împiedicare) atacă cu clicheții așezați la capetele sale alternativ în dinții roții B și permite de fiecare dată o rotire cu o jumătate de pas de dinte. În mod asemănător lucrează și ancorele de la mecanismele de ceasornic (cap. 9.2.2.).

La realizarea dinților și a clicheților trebuie observat că unghiul α (fig. 8.8.2) trebuie să fie mai mic decît unghiul β, pentru ca clichetul desenat în stînga să poată ieși din angrenare înainte ca cel din dreapta să atingă spinarea dintelui. Pe de altă parte, unghiul α trebuie să fie mai mare

decît unghiul γ, pentru ca clichetul din dreapta să ajungă în apropierea unui dinte, înainte ca clichetul din stînga să iasă din angrenare. Suprafețele de alunecare ale capetelor pîrghiilor trebuie să fie astfel orientate, încît, la intrarea sau ieșirea capetelor din angrenare, roata să nu fie rotită în sens invers. De aceea se așază aceste suprafețe astfel, încît în poziția de angrenare să fie orientate radial.

La mecanismele de împiedicare, care lucrează foarte repede, este recomandabil ca masa elementelor în mișcare să fie cît mai mică. De aceea s-au folosit, la construcția reprezentată în fig. 8.8.3 pentru un telegraf imprimator electric, două roți de înaintare decalate cu o jumătate de pas,

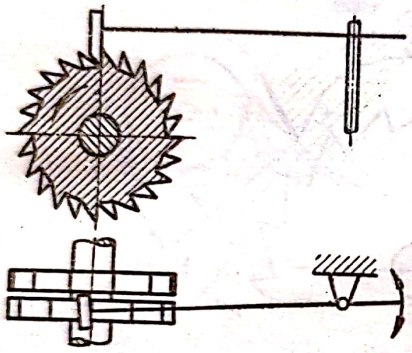


Fig. 8.8.3.
Mecanism de împiedicare pentru comandă rapidă

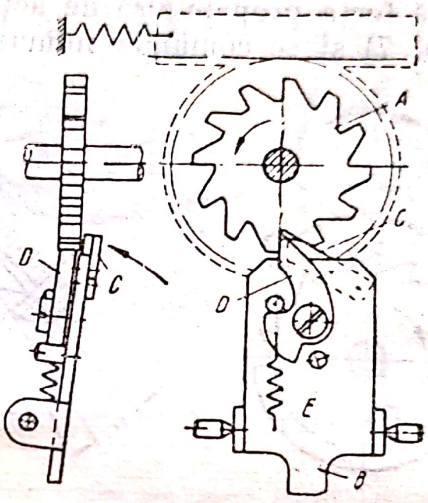


Fig. 8.8.4.
Mecanism de împiedicare pentru deplasarea carului unei mașini de scris

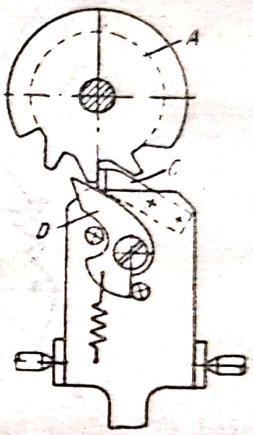


Fig. 8.8.5.

care sînt împiedicate alternativ prin mișcarea de du-te-vino a unui element de împiedicare simplu. Cu o asemenea construcție se pot realiza pînă la 50 pași de înaintare pe secundă.

Un efect asemănător se obține la construcția reprezentată în fig. 8.8.4 și 8.8.5 care are o roată de înaintare și doi clicheți de împiedicare, dintre care unul, C, este fixat imobil de elementul oscilant B, în timp ce al doilea, D, este fixat rotativ și stă sub influența unui arc.

Mecanismul de împiedicare servește pentru comanda deplasării carului la o mașină de scris cu ajutorul unui angrenaj cu cremalieră. După cum s-a mai spus, acumulatorul de energie necesar pentru acționare și care de obicei este executat sub formă de arc trebuie să fie reîncărcat după desfășurare. Aceasta se face cel mai des cu mîna sau printr-un motor de încărcare.

La construcția reprezentată în fig. 8.8.6 se folosește în acest scop un mecanism de comandă care folosește aceeași roată de comandă C. Printr-un anumit număr de impulsuri electrice, electromagnetul A este excitat, iar el împinge înainte clichetul de comandă B în sistemul unui mecanism de comandă, clichetul B servind drept clichet de împiedicare. Prin aceasta se încordează un arc spiral nereprezentat pe desen. Dacă electromagnetul E

primește curent, armătura sa acționează ca element de comandă al unui mecanism de împiedicare și folosind cei doi clicheți D și F provoacă rotirea în sens invers, cu un număr corespunzător de pași, a roții de împiedicare C acționată de arcul armat.

Din mecanismele de împiedicare fac parte și acele construcții, la care un arbore este antrenat sacadat de la un alt arbore coaxial, cu rotire uniformă, prin intermediul unui cuplaj intermitent comandat corespunzător. În acest scop, ambii arbori sînt cuplați printr-un arc, iar arborele condus este împiedicat sacadat și prin aceasta arcul cuplajului este tensionat și apoi din nou eliberat, arborele urmînd mișcarea arborelui conducător. Un asemenea mecanism de împiedicare cu cuplaj este arătat în fig. 8.8.7. Bucșa D este legată cu arborele de acționare A printr-un arc K. Prin elementul de cuplare F, comandat radial de cama C, bucșa D este alternativ reținută în E, cînd arcul K este strîns, și apoi din nou eliberată, așa încît sub influența arcului ea urmărește arborele A și astfel se rotește sacadat. Aceste mecanisme de împiedicare cu cuplaj prezintă deci avantajul că acumulatorul de forță este din nou încărcat de către arborele de acționare, după executarea fiecărui pas comandat.

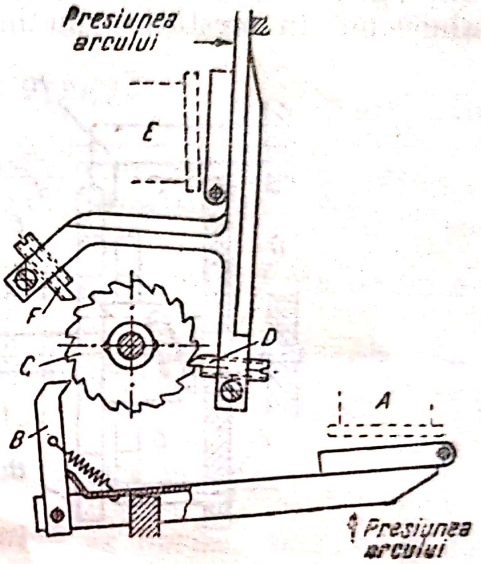


Fig. 8.8.6.
Mecanism de împiedicare acționat electromagnetic, cu readucerea printr-un mecanism de comandă acționat electromagnetic.

Un mecanism de împiedicare asemănător este arătat și în fig. 8.8.8. Aci roata dințată, desenată în secțiune în stînga, reprezintă elementul de cuplare rotativ, roata de înaintare B reprezintă corpul care trebuie

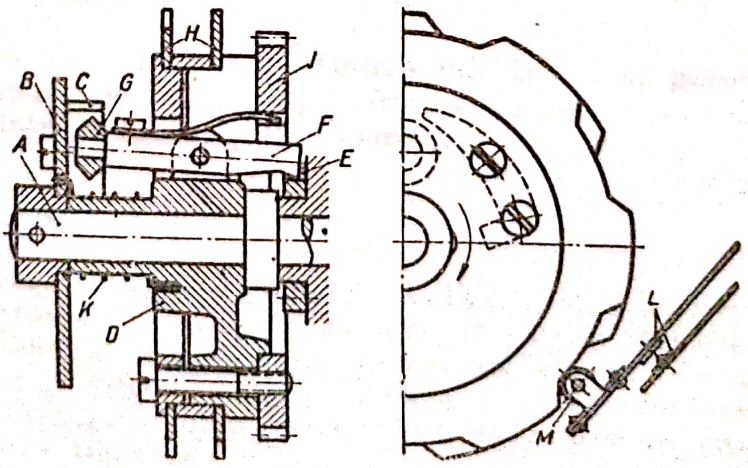


Fig. 8.8.7.
Mecanism de împiedicare cu cuplaj cu element de cuplare care atacă radial

împiedicat, iar C este arcul motor. Roata dințată desenată în secțiune este fixată pe arborele D, în timp ce roata de înaintare B este așezată pe o bucșă E, care se poate roti și deplasa pe arborele D. Arcul spiral C este fixat cu unul din capete de bucșa E, iar cu celălalt capăt de un știft F de pe roata dințată. Procesul de împiedicare se desfășoară astfel: îndată ce roata dințată se rotește împotriva acelor ceasornicului, arborele său împinge prin știftul G bucșa E și cu ea roata B, în direcție axială, știftul alunecînd în crestătura înclinată a bucșei. În sfîrșit, dintele Z_1 al roții B

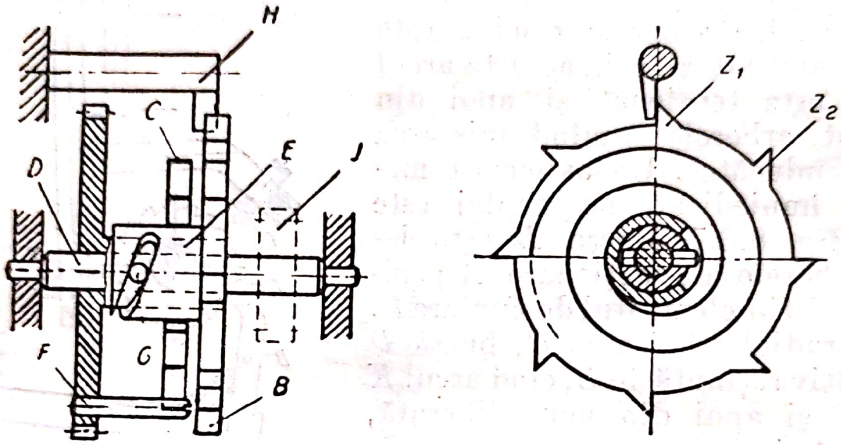


Fig. 8.8.8.
Mecanism de împiedicare cu cuplaj cu element de cuplare deplasabil axial

iese din angrenarea cu corpul fix de blocare H și înaintează repede, cu o anumită distanță, sub efectul arcului C. Roata este readusă prin crestătura înclinată și prin știftul G în direcție axială și este împiedicată să se rotească în continuare de dintele Z_2 care se reazemă pe limitatorul H. În fig. 8.8.8 se arată poziția pe care roata B o adoptă cu puțin timp înainte de alunecarea dintelui său Z_1. Rotirea sacadată a roții B poate fi transmisă prin roata dințată J, desenată punctat, asupra unui arătător sau a altui organ asemănător.

9. REGULATOARE DE VITEZĂ

Un regulator de viteză are rolul să dirijeze și să asigure variația vitezei mișcării pe care o piesă o efectuează sub influența unor forțe exterioare. Importanță practică au mai ales:

— încetinirea mișcării unei piese pînă la oprire (regulatoare de încetinire a vitezei);

— menținerea constantă a vitezei (regulatoare pentru menținerea constantă a vitezei).

9.1. REGULATOARE PENTRU ÎNCETINIREA VITEZEI

Pentru a încetini mișcarea unei piese pînă la oprire, energia sa de mișcare poate fi distrusă mecanic, prin frecare, sau electric, prin frînarea cu curenți Foucault. Dacă se pune problema opririi unei piese mișcate continuu, aceasta se face de obicei prin frecarea între corpuri solide. Acest fenomen se numește frînare. Pe de altă parte se iau în considerație numai frecarea lichidă, frecarea aerului și frînarea prin curenți Foucault atunci cînd trebuie oprite mișcările unei piese care oscilează în jurul unei poziții de echilibru. Elementele constructive care servesc acestui scop se numesc amortizoare.

9.1.1. Regulatoare cu frînare

O frînare servește pentru încetinirea mișcării unei piese ghidate, de obicei pînă la repaus, de preferință prin frecare. În poziția de repaus frînarea se transformă într-un blocaj prin frînare (cap. 4.4.2).

9.1.1.1. Forțe de frecare

Dacă de exemplu o piesă ghidată rectiliniu (fig. 9.1.1) este încărcată cu o forță N, frecarea este egală cu μN, în care μ este coeficientul de frecare. Dacă corpul are o greutate $G = m g$, deci o masă $m = G/g$, în care g este accelerația gravității și dacă prin forța P a primit viteza v, frecarea μN trebuie să învingă în afara forței P și forța $m p$ corespunzînd inerției masei, decelerarea fiind

$$p = -\frac{dv}{dt}.$$

Forța de frecare se poate deci exprima prin următoarea relație:

$$\mu N = P + m p.$$

În ipoteza unei decelerări uniforme se poate introduce $p = v/t$ și se obține relația

$$\mu N = P + m \frac{v}{t},$$

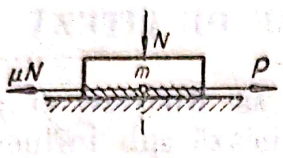


Fig. 9.1.1.

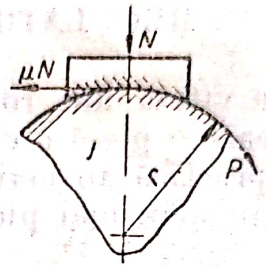


Fig. 9.1.2.

Sisteme de forțe la frînare

așa încît timpul t pînă la oprirea corpului frînat (durata de frînare) se poate calcula din următoarea formulă:

$$t = \frac{m v}{\mu N - P}.$$

Drumul de frînare, adică distanța s parcursă în timpul t, rezultă atunci din relația

$$s = \frac{v}{2} t \qquad \text{sau} \qquad s = \frac{m \frac{v^2}{2}}{\mu N - P}.$$

La aparatele și mașinile din mecanica fină se impune adeseori frînarea mișcărilor de rotație (fig. 9.1.2). În acest caz presiunea de frînare N, respectiv frecarea μN, acționează la capătul brațului de pîrghie r; apoi în locul forței $m p$ apare momentul de torsiune $J \varepsilon$, în care J este momentul de inerție al corpului rotativ, iar ε decelerarea unghiulară. În consecință se obține următoarea relație:

$$\mu N r = P r + J \varepsilon$$

sau, deoarece se poate pune $\varepsilon = \omega/t$, dacă ω este viteza unghiulară a rotației,

$$\mu N r = P r + J \frac{\omega}{t}.$$

De aici rezultă

$$t = \frac{J \omega}{r (\mu N - P)}.$$

Unghiul α cu care se învîrteşte corpul rotativ pînă la oprire se calculează din formula

$$\alpha = \frac{\omega}{2} t = \frac{J \frac{\omega^2}{2}}{r(\mu N - P)}.$$

Pentru a mări efectul de frînare, deci pentru a micşora drumul de frînare, momentul de inerţie J ar trebui pe cît posibil micşorat, iar raza r a discului de frînare ar trebuie mărită.

Aplicarea acestor formule pentru calcularea cifrică a duratei de frînare sau a drumului de frînare este îngreuiată în cele mai multe cazuri. De exemplu, la un mecanism cu roţi cu un număr mare de arbori, care se rotesc cu diferite viteze, determinarea momentului de inerţie ar fi foarte laborioasă. De aceea se determină durata de frînare prin încercări.

9.1.1.2. Materiale

Alegerea materialelor folosite pentru executarea pieselor active ale frînelor se face mai ales în funcţie de mărimea coeficientului de frînare şi de variaţia acestuia în condiţiile date de exploatare, precum şi în funcţie de uzura în exploatare.

Asupra mărimii coeficientului de frecare nu se pot da în general indicaţii precise, deoarece frecarea depinde nu numai de calitatea suprafeţei materialelor folosite, ci şi de mărimea presiunii specifice pe suprafaţă, şi mai ales este puternic influenţată de viteza de alunecare.

Pentru saboţi de frînă din fontă pe bandaje de roţi din oţel sînt valabile valorile indicate în tabela 9.1.1.

Tabela 9.1.1

Dependenţa coeficientului de frecare de viteza de alunecare

v m/s	0	2,25	4,5	11	20	27
μ	0,33	0,273	0,242	0,166	0,127	0,074

În consecinţă valorile indicate în tabela 8.2.1 nu pot fi considerate decît ca valori medii.

Totuşi se vede de aci că este indicat ca lemnul, pielea, fibra sau hîrtia stratificată cu lac de bachelită să alunece pe metal, dacă în primul rînd trebuie obţinută o frecare cît mai mare posibil. Dacă se pune preţ dimpotrivă pe o uzare redusă şi pe un efect de frînare cît mai uniform posibil, este preferabil, de obicei, ca ambele piese să fie executate din metale diferite care, în măsura în care este vorba de o funcţionare continuă, trebuie să fie astfel alese, încît la presiunile care se iau în consideraţie să nu gripeze.

Pentru a mări la aceeaşi presiune N frecarea, suprafeţele în frecare mai pot căpăta şi forma unor pene (cap. 5.3.1.3); totuşi în mecanica fină se foloseşte rar această soluţie.

9.1.1.3. Folosirea frînelor

Deoarece frînările pentru piese ghidate rectiliniu au puţină importanţă, se va discuta aici numai despre realizarea frînelor pentru mişcările de rotaţie. Mişcarea de rotaţie se poate desfăşura continuu într-o direcţie sau să-şi schimbe periodic direcţia (mişcări oscilante).

La frînarea mişcărilor de rotaţie continui, presiunea de frînare poate acţiona fie radial, fie axial. Frînele cu efect radial se execută fie ca frîne cu saboţi, fie ca frîne cu bandă. La primul sistem constructiv menţionat, mai mulţi saboţi de frînă pot acţiona pe conturul discului de frînare, pentru a descărca lagărele arborelui. În mecanica fină este suficient însă, de obicei, un efect de frînare care acţionează dintr-o singură direcţie, deoarece presiunea de frînare nu este în general atît de mare, încît să nu poată fi preluată de lagăr. Şi frînele cu bandă se folosesc relativ rar, aşa încît în ceea ce priveşte forma constructivă se poate face trimitere la literatura de specialitate din domeniul construcţiilor de maşini. Descrierea exemplelor de execuţie ale frînelor cu efect axial poate fi de asemenea eliminată, deoarece execuţiile sînt, în funcţie de situaţiile întîlnite, foarte diferite.

Pentru pornirea şi oprirea mecanismelor de mers, al căror mers este reglat printr-un balansier (cap. 9.2.2.1) se folosesc frîne cu presiune radială în formă de arcuri de frînă, care se aşază pe conturul balansierului. Construcţia trebuie să fie astfel concepută, încît la ridicarea frînei cu arc, balansierul să fie antrenat de arc pe o distanţă destul de lungă în direcţie tangenţială, pentru a porni astfel cu siguranţă mecanismul.

La execuţia reprezentată în fig. 9.1.3, ca arc de frînare serveşte o sîrmă A, care este fixată cu un capăt în pîrghia de frînare B. La mişcarea pîrghiei

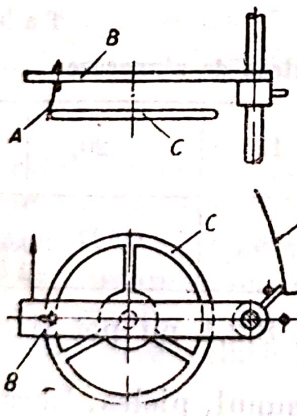


Fig. 9.1.3.
Arc de frînare din sîrmă

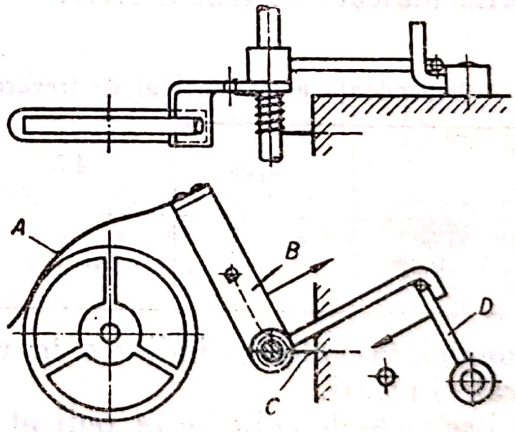


Fig. 9.1.4.
Arc lamelar de frînare

în direcţia săgeţii, arcul alunecă la început pe periferia balansierului şi îl antrenează pe acesta prin frecare. Pentru asigurarea celor două poziţii de capăt serveşte arcul lamelar D îndoit în unghi.

Pentru mecanisme de mers mai mari, cum sînt cele pentru acţionarea aparatelor muzicale mecanice, se foloseşte construcţia arătată în fig. 9.1.4, la care pîrghia B purtînd arcul de frînă A stă sub influenţa unui arc

puternic din sîrmă C. Dacă pîrghia de comandă D este rotită în direcția săgeții pentru a ieși din poziția de frînare arătată în fig. 9.1.4, pîrghia B este eliberată și balansierul se mișcă sub influența arcului C în direcția săgeții de pe desen, fiind astfel pornit.

9.1.2. Regulatoare de amortizare

Amortizările servesc pentru a micșora oscilațiile pe care le execută o piesă datorită inerției masei sale la mișcările de reglaj în jurul noii poziții de echilibru, și pentru a aduce piesa cît mai repede în poziție de repaus.

Dacă un pendul, adică o piesă fixată mobil într-un lagăr, care sub influența unei „forțe de orientare" are tendința să se așeze într-o anumită poziție de echilibru, este scos din această poziție, el execută oscilații în jurul poziției de echilibru și ar ajunge la repaus de-abia după un timp infinit de lung, dacă mișcării nu i s-ar opune nici un fel de rezistență. Practic asemenea rezistențe există totdeauna sub forma unor forțe de frecare, care au drept urmare o micșorare progresivă a amplitudinii oscilațiilor. În multe cazuri, este însă de dorit ca corpul care oscilează să intre în repaus cît mai repede, dacă a fost abătut din poziția sa de echilibru sau dacă forțele care acționează asupra lui caută să îl aducă într-o nouă poziție de echilibru. În asemenea cazuri se folosesc elemente constructive speciale, pentru a accelera readucerea în poziția de echilibru, elemente constructive care se numesc amortizoare. La dispozitivele de măsurat, de exemplu la instrumentele electrice de măsurat și la balanțele cu indicație directă, poate fi astfel realizată o citire rapidă. Deosebit de importantă este amortizarea la aparatele înregistratoare, deoarece variațiile rapide ale unei mărimi de măsurat pot fi înregistrate corect numai la un reglaj fără oscilații (aperiodic).

9.1.2.1. Exploatarea amortizoarelor

Deoarece amortizoarele se folosesc de obicei la aparatele cu mecanism de măsurat rotativ, efectul amortizării va fi explicat la o piesă montată într-un lagăr (fig. 9.1.5) și care sub influența unui moment de orientare M adoptă o anumită poziție de repaus (pendul). La un pendul momentul de orientare M_r al forței gravității crește proporțional cu unghiul de abatere, în ipoteza unor amplitudini mici. Aceleași condiții sînt valabile și pentru un pendul cu arc. Dacă, de exemplu, sub influența mărimii de măsurat ia naștere un moment de torsiune M_m, care rotește pendulul din poziția inițială de echilibru, crește momentul de orientare M_r care acționează în sens opus. În punctul P (fig. 9.1.6) $M_m = M_r$, adică după o elongație α_1 există un echilibru. Datorită inerției maselor, pendulul încă nu va ajunge în rapaus în acel punct. În timp ce este parcurs unghiul α_1 există un moment accelerator $M_b = M_m - M_r$, care scade

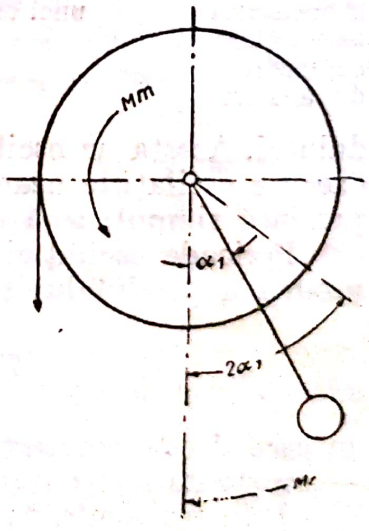


Fig. 9.1.5.
Efectul amortizării asupra unui pendul

incontinuu. Lucrul mecanic total produs de acest moment accelerator M_b la parcurgerea unghiului α_1 este reprezentat în fig. 9.1.6 prin suprafața haşurată. Dacă nu ar exista nici un fel de momente de frecare şi de amortizare care să consume energie, tot acest lucru suplimentar al momentului accelerator ar trebui să se transforme în energie de mişcare a pen-

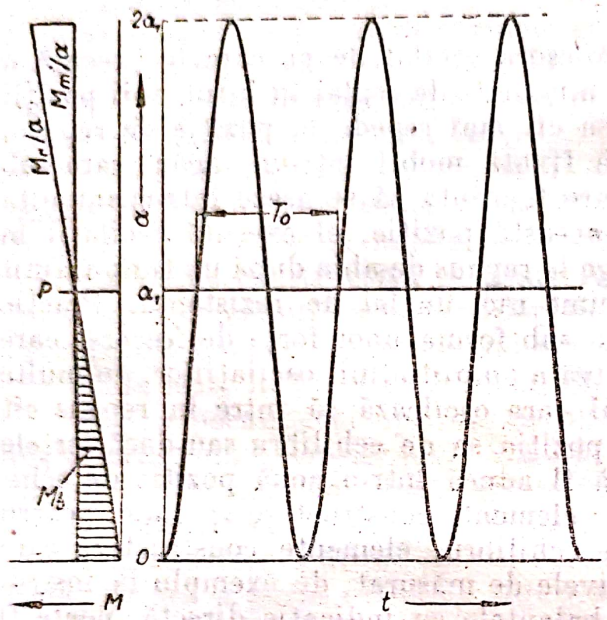


Fig. 9.1.6. Dependența momentului de orientare de unghiul de abatere

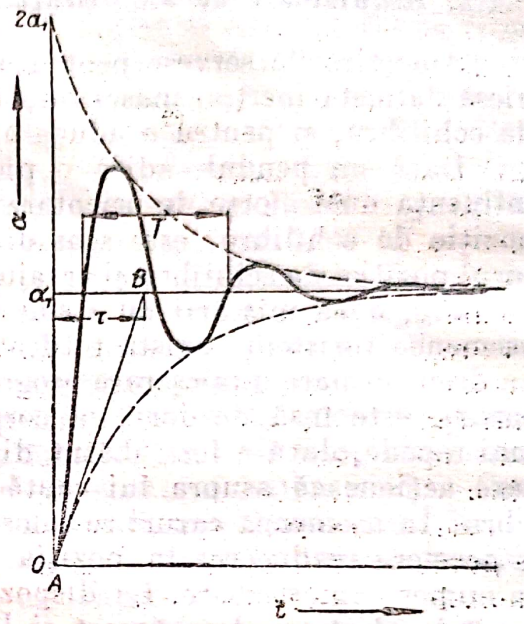


Fig. 9.1.7. Reprezentarea grafică a unei oscilații neamortizate

Fig. 9.1.8. Reprezentarea grafică a unei oscilații amortizate

dulului. Acesta ar oscila atunci dincolo de unghiul α_1 pînă la $2\alpha_1$ şi ar executa oscilațiile neamortizate reprezentate în fig. 9.1.7, unde abscisa ne prezintă timpul, fără a ajunge vreodată în repaus.

Perioada oscilației este în acest caz echivalentă cu perioada oscilației proprii a pendulului şi are valoarea

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J}{D}} \quad \text{(v. cap. 9.2.2.1)}$$

în care J este momentul de inerție al pendulului oscilant, iar $D = M_r/\alpha$ — constanta momentului de orientare.

Prin rezistența de frecare şi de mişcare, amplitudinile oscilațiilor se reduc treptat şi pendulul ajunge în sfirşit la repaus. Dacă momentului de acționare M_m i se opune, în afara momentului de frecare permanent existent şi un moment de amortizare care creşte cu viteza, procesul de amortizare poate fi considerabil scurtat. Prin aceste momente încetinitoare se distruge o parte din lucrul reprezentat prin suprafața haşurată din fig. 9.1.6, aşa încît lucrul rămas, care se transmite ca forță vie asupra pendulului şi care generează oscilațiile, nu mai reprezintă decît o fracțiune a energiei

suplimentare. La un pendul considerat fără frecare momentul de acționare M_m servește pentru învingerea momentului de orientare

$$M_r = D\,\alpha,$$

a momentului de amortizare

$$M_d = p\,\omega = p\,\frac{d\alpha}{dt},$$

precum și pentru accelerarea pendulului

$$M_b = J\,\varepsilon = J\,\frac{d^2\alpha}{dt^2}$$

în care D este constanta momentului de orientare, ε — accelerația unghiulară variabilă, ω — viteza unghiulară variabilă, J — momentul de inerție al pendulului în jurul axei de rotație, iar p — constanta de amortizare care depinde de dimensiunile piesei folosite ca amortizor și care poate fi determinată prin încercări. Se obține astfel următoarea relație:

$$M_m = J\,\frac{d^2\alpha}{dt^2} + p\,\frac{d\alpha}{dt} + D\,\alpha.$$

Rezolvarea acestei ecuații diferențiale dă o oscilație cosinusoidală amortizată, care este reprezentată în fig. 9.1.8 pe o abscisă de timp. Înfășurătoarea acestei oscilații amortizate este o curbă exponențială, pentru a cărei înclinație de la punctul de origine A este determinată mărimea $\tau = 2\,J/p$ denumită de obicei constantă de timp. Dacă în fig. 9.1.8 se înscrie τ de pe axa ordonatelor pe abscisă, care reprezintă unghiul de abatere α_1, iar punctul astfel găsit B se unește cu punctul A, dreapta AB reprezintă tangenta la înfășurătoare în punctul de origine. Scăderea amplitudinii oscilațiilor pentru diferiți timpi t rezultă din tabela 9.1.2.

Tabela 9.1.2

Descreșterea amplitudinii oscilațiilor la o oscilație amortizată

t	$\frac{\tau}{4}$	$\frac{\tau}{2}$	τ	$\frac{3}{2}\tau$	2τ	$\frac{5}{2}\tau$	3τ	$\frac{7}{2}\tau$	$\frac{9}{2}\tau$	6τ	7τ
$\frac{\alpha_1-\alpha}{\alpha_1}$ 0,778	0,606	0,368	0,223	0,135	0,082	0,05	0,03	0,018	0,011	0,0024	0,0009

De aci rezultă că după o perioadă de timp de aproximativ $9/2\,\tau = 9\,J/p$, oscilația s-a redus la 1% din valoarea sa inițială, iar după circa $7\,\tau = 14\,J/p$, la 1‰. Constanta de timp reprezintă deci în anumită măsură o valoare pentru timpul de amortizare. După cum se vede din relația $\tau = 2\,J/p$, acest timp devine cu atît mai mic, deci pendulul ajunge cu atît mai repede în repaus, cu cît este mai mic momentul de inerție J și cu cît este mai mare constanta de amortizare p. După cum rezultă din tratarea matematică aprofundată a fenomenelor de oscilație, la oscilațiile amortizate durata T

a unei oscilații complete se deosebește de durata perioadei oscilației proprii T_0 a pendulului și este dată de relația

$$T = \frac{T_0}{\sqrt{1 - \frac{p^2}{4\,D\,J}}} = 2\pi \sqrt{\frac{4\,J^2\,D}{D\,(4\,D\,J - p^2)}} = \frac{4\,\pi\,J}{\sqrt{4\,D\,J - p^2}}.$$

Se pot deosebi atunci două cazuri

$$p^2 < 4\,D\,J;$$
$$p^2 \geqslant 4\,D\,J.$$

Atunci cînd $p^2 < 4\,D\,J$ se obține o oscilație cosinusoidală amortizată, a cărei perioadă T este totdeauna mai mare decît T_0. Pentru o asemenea oscilație, raportul dintre două amplitudini succesive, care se numește de obicei raport de amortizare, poate fi determinat din relația

$$\frac{a_n}{a_{n+1}} = e^{\frac{T}{\tau}}.$$

Logaritmul natural al raportului de amortizare se numește decrementul logaritmic și este

$$\ln \frac{a_n}{a_{n+1}} = \lambda = \frac{T}{\tau} = \frac{T\,p}{2\,J}.$$

Dacă după n oscilații amplitudinea oscilației s-a redus de la valoarea inițială a_0 la a_n, atunci este valabilă relația

$$\frac{a_0}{a_n} = e^{n\frac{T}{\tau}} = e^{n\lambda},$$

deci

$$\ln \frac{a_0}{a_n} = n\,\lambda$$

sau

$$n = \frac{\ln \frac{a_0}{a_n}}{\lambda}.$$

Dacă de exemplu $a_0/a_n = 100$, atunci $\ln 100 = 4{,}6$ și $n_{100} = 4{,}6/\lambda$, adică după n_{100} oscilații amplitudinea a scăzut la 1% din valoarea celei inițiale. Tot așa se poate stabili că după $n_{1\,000} = 6{,}9/\lambda$ oscilații amplitudinea oscilațiilor a scăzut la $1^0/_{00}$.

Pentru $p^2 \geqslant 4\,D\,J$ nici nu se formează o durată reală a perioadei de oscilație T; pendulul se deplasează aperiodic în noua poziție de echilibru.

Deoarece în practică, mai ales la aparatele de măsurat cu citire directă, nu este dorit un reglaj cu totul aperiodic, căci pot apărea erori la citirea valorilor măsurate, se admit de obicei 3 pînă la 2 oscilații suplimentare cores-

punzînd unui raport de amortizare de 10 pînă la 20. Acestor rapoarte de amortizare le corespund decremente logaritmice în valoarea de $\lambda = 2{,}3...3$. Pentru a avea o măsură pentru mărimea constantei de amortizare p este recomandabil să se determine raportul

$$\varkappa = \frac{4\,D\,J}{p^2}.$$

Dacă în ecuația de determinare a decrementului logaritmic $\lambda = \frac{T}{\tau}$ se introduce valoarea găsită anterior pentru durata perioadei de oscilație T, în final se obține:

$$\varkappa = \frac{4\,\pi^2}{\lambda^2} + 1.$$

Pentru rapoarte de amortizare normale de 10 pînă la 20 ($\lambda = 2{,}3...3$) rezultă pentru $\varkappa$ valori între 8,5 și 5,4. Cînd se cunosc deci momentul de inerție J al pendulului și constanta D a momentului de orientare, se realizează o amortizare favorabilă, dacă pătratul constantei de amortizare p satisface relația

$$p^2 = \frac{4\,D\,J}{\varkappa} = \frac{4\,D\,J}{8{,}5} \text{ pînă la } \frac{4\,D\,J}{5{,}4}.$$

Dacă există la dispoziție o serie de mijloace de amotizare, ale căror constante de amortizare p au fost determinate prin încercări, poate fi determinat pe baza acestei ultime relații mijlocul de amortizare cel mai corespunzător pentru un anumit caz. La determinarea relației pentru p^2 a fost neglijat momentul amortizor suplimentar al frecării din lagăr. Pentru a nu ajunge la amortizări prea puternice la aparatele la care frecarea în lagăre este relativ mare, se vor prefera de aceea valorile mai mici ale lui p.

La aparatele electrodinamice mai apare o amortizare magnetică mai mult sau mai puțin considerabilă datorită formării de curenți de inducție în înfășurările sistemului oscilant (cap. 9.1.2.6). Dacă constanta acestei amortizări, care poate fi calculată, este scăzută din constanta de amortizare p găsită, rezultă constanta pentru amortizarea care trebuie montată suplimentar în acest caz.

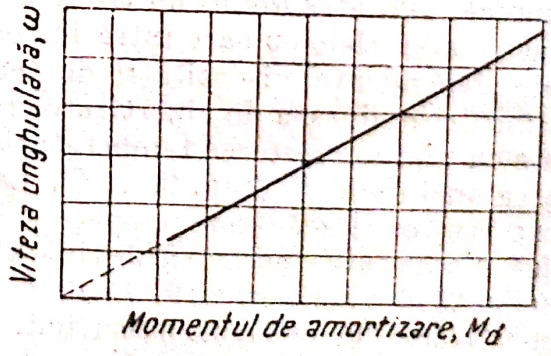


Fig. 9.1.9.
Dependența momentului de amortizare de viteza unghiulară

9.1.2.2. Clasificarea amortizoarelor

O intrare precisă a sistemului oscilant în poziția de repaus este posibilă numai atunci cînd momentul de amortizare M_d devine egal cu zero concomitent cu viteza unghiulară ω a pieselor în oscilație. Caracteristica reprezentată în fig. 9.1.9 trebuie să treacă deci printr-un punct zero.

Această condiție este ușor de satisfăcut, dacă drept forță de amortizare se alege acea rezistență pe care un corp cuplat cu piesa mișcată o întîmpină

într-un lichid sau în aer, deoarece această rezistență crește proporțional cu viteza și devine tot egală cu zero în poziția de repaus.

9.1.2.3. Modul de funcționare

Dacă un piston cilindric cu suprafața circulară F se mișcă cu o viteză c într-un cilindru gol de lungime l, iar între piston și cilindri este prevăzut un interstițiu de mărimea s, prin care spațiile din fața și din spatele pistonului comunică, atunci deplasării pistonului i se opune o forță care se poate calcula, după cum a rezultat din încercări, după formula

$$P = k\,\eta\,\frac{c\,F\,l}{s^2}$$

în care η (g s/cm^2) este viscozitatea lichidului (gazului) care umple cilindrul. Cifra caracteristică k este influențată de forma și calitatea suprafeței pistonului și de calitatea suprafeței peretelui interior al cilindrului. Dacă cilindrul este umplut cu aer în loc de lichid, atunci este valabilă aceeași formulă, numai că viscozitatea aerului este bineînțeles mult mai redusă, așa încît pentru η trebuie introduse valori mult mai mici. Deosebirea mai constă în faptul că, în timp ce lichidele sînt practic incompresibile, la mișcarea pistonului aerul este întîi comprimat, așa încît se poate realiza o creștere treptată a forței de amortizare.

Efectul amortizării prin curenți Foucault este tratat în cap. 9.1.2.6.

9.1.2.4. Amortizări cu lichide (hidraulice)

Amortizările hidraulice se folosesc mai ales atunci, cînd trebuie amortizate oscilațiile unei mase importante sau cînd un mecanism de măsurat care oscilează rapid trebuie adus în stare de repaus, aproape aperiodic. Se folosește atunci un lichid cu o viscozitate relativ ridicată, de exemplu ulei sau glicerină. La alegere este determinantă, pe lîngă viscozitate, constanța chimică. Mai ales uleiul nu trebuie să devină rășinos la aer și nu trebuie să atace materialele cu care intră în contact. În afară de aceasta trebuie observată dependența viscozității de temperatură. Deoarece viscozitatea scade la încălzire, durata de amortizare crește la un aparat de măsurat cu amortizare cu ulei la creșterea temperaturii, în măsura în care mai există posibilitatea unei oscilații (cap. 9.1.2.1). La o mișcare aperiodică durata de amortizare crește cu scăderea temperaturii. Pe de altă parte, la o răcire puternică viscozitatea poate să devină atît de mare, încît o mișcare la început oscilantă devine nesigură. Pentru a evita aceasta și pentru a putea regla amortizarea în felul dorit oricînd, temperatura uleiului poate fi eventual influențată printr-o instalație reglabilă de încălzire electrică.

Amortizoarele hidraulice pot fi executate și sub formă de amortizoare cu palete (cap. 9.1.2.5), totuși asemenea execuții se întîlnesc mai rar decît amortizoarele cu piston, care se folosesc mai ales pentru mișcările rectilinii. Un exemplu de execuție pentru o balanță cu cadran este arătat în fig. 9.1.10. Pistonul A care se poate deplasa pe tija pistonului este prevăzut cu opt orificii de trecere B. Prin deplasarea pistonului față de discul C îmbinat

rigid cu tija pistonului, curgerea uleiului este frînată la trecerea prin orificiile pistonului, efectul de amortizare putînd fi astfel schimbat. Reglarea pistonului la diferite distanţe faţă de disc se face prin piuliţa striată *D*, care prin intermediul ţevii *E* ţine pistonul în poziţia dorită, apăsîndu-l pe arcul conic *F*. O contrapiuliţă asigură poziţia reglată a piuliţei striate *D*. Deoarece la capătul superior tija pistonului este ghidată de-a lungul unui arc de cerc, pe cînd pentru cilindru s-a păstrat îmbinarea rigidă cu batiul balanţei. cilindrul nu poate fi închis etanş. Pentru a evita totuşi pe cît posibil o

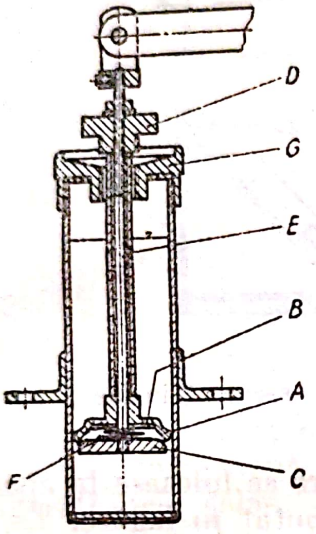


Fig. 9.1.10.
Amortizarea cu piston a unei balanţe cu cadran

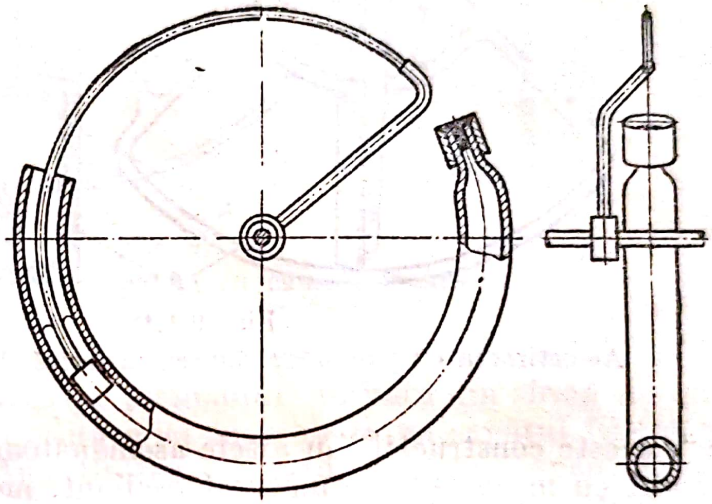


Fig. 9.1.11.
Amortizarea cu tub inelar a unui mecanism de măsurat electric

ieşire a uleiului, lungimea cilindrului trebuie dimensionată relativ mare prin comparaţie cu deplasarea în exploatare a pistonului. În timpul transportului, piuliţa striată *D* poate fi înşurubată în capacul *G* al cilindrului, împiedicîndu-se astfel scurgerea uleiului.

Dispozitive de măsurat, fixate rotativ în lagăre şi avînd un unghi de abatere mai mare, pot fi echipate pentru amortizare cu un cilindru inelar (fig. 9.1.11). Pentru a evita o garnitură separată, care ar produce o frecare inadmisibilă, se foloseşte, la amortizarea hidraulică cu piston reprezentată, efectul de capilaritate al cilindrului inelar. Tubul de sticlă îndoit în formă de cerc are un diametru interior de 4 mm şi pentru umplerea uleiului el trebuie să fie deschis la ambele capete. După umplerea uleiului, manşonul fixat pe unul din capetele tubului din sticlă, prin chituire cu şelac, este înfundat cu ceară turnată. Pistonul avînd diametrul de 3,2 mm este executat în acest caz din alamă sau alpaca şi este lipit moale de capătul „tijei piston“ executată din sîrmă de alpaca şi îndoită în formă de arc de cerc. Folosind un asemenea cilindru inelar din tub de sticlă, efectul de amortizare în diferite puncte de oscilaţie mai poate fi variat şi prin accea că tubului de sticlă i se dau prin suflare diferite diametre interioare. De exemplu prin lărgirea tubului în apropierea poziţiei de repaus a pistonului, amortizarea poate fi micşorată şi astfel se măreşte siguranţa indicaţiilor.

9.1.2.5. Amortizări cu aer (pneumatice)

Cu toată eficacitatea mult mai redusă a amortizării cu aer în comparație cu amortizarea hidraulică la aceleași dimensiuni, se preferă, la aparatele de măsurat mai precise, amortizarea cu aer, deoarece astfel se evită toate dezavantajele legate de folosirea lichidelor. Deoarece la amortizoarele cu aer dispar toate greutățile constatate la amortizoarele hidraulice cu „piston

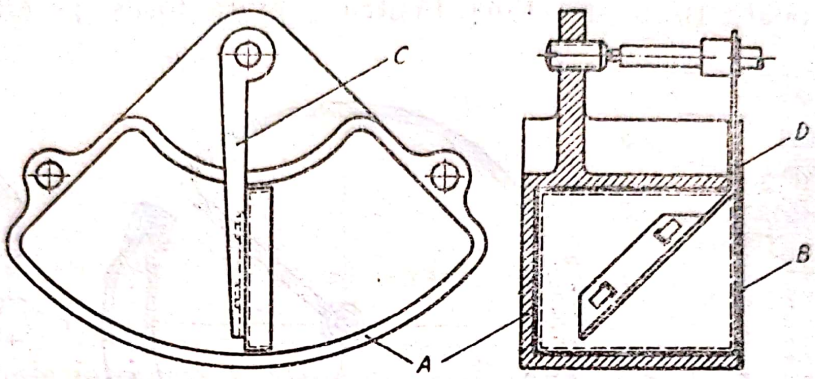


Fig. 9.1.12.
Amortizarea cu paletă cu cameră în formă de segment inelar

rotativ", aceste construcții sau altele asemănătoare se folosesc la aparatele de măsurat cu mecanism de măsurat oscilant, montat în lagăre.

De obicei o „paletă" legată de arbore este făcută să oscileze într-o cameră etanșată cît mai complet față de aerul exterior. Paleta poate fi de aceea considerată și drept „piston", care oscilează într-un „cilindru" curbat corespunzător. La oscilațiile rotative se vorbește totuși despre o amortizare cu piston, numai atunci cînd pistonul este legat de arbore printr-o „tijă de piston" curbată corespunzător în formă de arc de cerc (fig. 9.1.14) în timp ce la amortizarea cu paletă (fig. 9.1.12) „paleta" este legată direct cu arborele printr-un braț radial.

În fig. 9.1.12, pentru ca suportul C al paletei să poată trece prin perete, între camera A și capacul B trebuie lăsată deschisă, pe toată întinderea unghiului de oscilație, o fantă D, ceea ce influențează defavorabil efectul de amortizare. De aceea suportul C al paletei trebuie executat cu o grosime cît mai mică în direcția grosimii fantei, iar jocul dintre acest suport, peretele camerei și capac trebuie să fie cît mai redus. Deoarece în exemplul arătat mecanismul de măsurat trebuie să aibă un moment de inerție mic, piesele constructive care servesc pentru amortizare trebuie să fie foarte ușoare. Paleta se execută de aceea din tablă subțire de aluminiu care este îndoită la margini pentru rigidizare și care este îmbinată cu suportul prin urechi îndoite așa cum se vede pe desen.

Execuția arătată în fig. 9.1.13 reprezintă într-un anumit sens o trecere la amortizoarele cu piston, paleta A fiind condusă pînă în apropierea axei. Prin această construcție se evită fanta inelară care are un efect defavorabil; camera amortizorului B este complet închisă, cu excepția micului interstițiu C la locul de trecere al axului prin capac. În funcție de condițiile construc-

tive, trebuie hotărît de la caz la caz dacă este de preferat execuția cu cameră închisă (fig. 9.1.13) sau cea cu cameră în formă de segment de cerc (fig. 9.1.12).

În fig. 9.1.14 se arată un amortizor cu piston, care este de asemenea destinat unui aparat de măsurat electric cu arătător. Pistonul este exe-

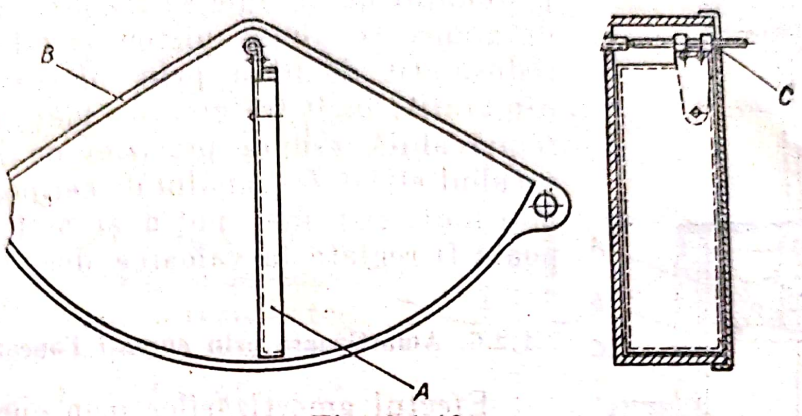


Fig. 9.1.13.
Amortizor cu paletă cu cameră închisă

cutat în formă de disc, fiind ambutisat din tablă de aluminiu de 0,1 mm grosime, iar îmbinarea cu „tija pistonului" curbată din sîrmă de aluminiu este realizată prin două piulițe mici înșurubate pe capătul filetat al tijei și asigurate prin șelac. Amortizarea cu piston este mai avantajoasă decît amortizarea cu paletă arătată în fig. 9.1.12, deoarece nu este necesară o

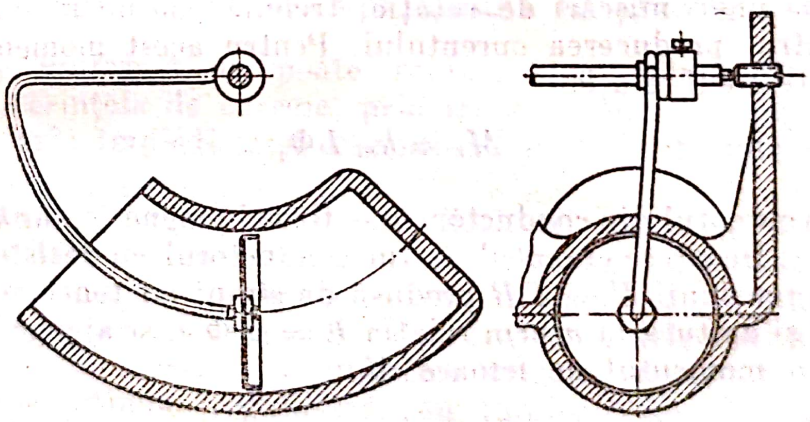


Fig. 9.1.14.
Amortizor cu aer cu piston

fantă pentru trecerea brațului *C*. Totuși la aparatele de măsurat electrice se preferă în general amortizoarele cu paletă, deoarece rezistența tijei curbate a pistonului nu este totdeauna suficientă la solicitările uneori importante care apar.

La mișcările rectilinii și aproape rectilinii poate fi folosit și un piston care oscilează în sus și în jos într-un cilindru, în genul regulatoarelor cu frînă pneumatică (cap. 9.2.1.5). Astfel, în fig. 9.1.15 se arată amortizorul pneumatic cu piston al unei balanțe cu cadran, la care un piston *A* din grafit se mișcă într-un cilindru *C* de fontă, îmbrăcat la interior cu o

cămașă B din bronz. Spre deosebire de aparatele electrice de măsurat, aci există mase de inerție relativ importante, așa încît pistonul trebuie să alunece în cilindru cu joc foarte mic, pentru a produce un efect de amortizare suficient. Deoarece din cauza maselor de inerție importante nici greutatea pistonului nu trebuie să fie prea mică, frecarea de alunecare dintre piston și cilindru poate fi redusă atît de mult prin folosirea unui piston din grafit, încît frecarea nu mai are o influență remarcabilă asupra preciziei de indicare. Prin șurubul striat D, canalul de aer poate fi îngustat mai mult sau mai puțin și astfel amortizarea poate fi reglată la valoarea dorită.

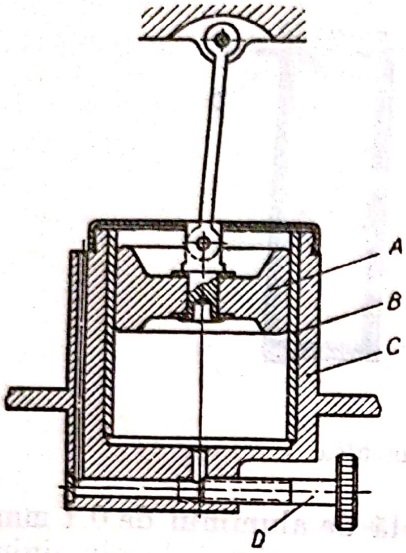


Fig. 9.1.15.
Amortizoare cu aer cu piston din grafit

9.1.2.6. Amortizoare prin curenți Foucault

Efectul amortizărilor prin curenți Foucault se bazează pe frînarea provocată de curenții Foucault. Această frînare se explică prin comportarea unui conductor electric într-un cîmp magnetic. Dacă un conductor este mișcat perpendicular pe lungimea sa printr-un cîmp magnetic, se produce în el o forță electromotoare, care în cazul unui circuit închis are drept urmare un curent electric. Frînarea se produce prin aceea că, în ipoteza unei mișcări de rotație, trebuie consumat un moment de torsiune pentru producerea curentului. Pentru acest moment rezultă din legile electrotehnicii relația

$$M_r = k_m \, I \, \Phi,$$

în care I este curentul din conductor, Φ — fluxul magnetic, iar k_m — un coeficient numeric. Deoarece curentul I din conductorul cu rezistența R reprezintă efectul tensiunii $U = I\,R$ produsă de cîmp, iar tensiunea este legată de cîmpul Φ și de turația n prin relația $E = k_e \, \Phi \, n$, se ajunge la următoarea relație pentru momentul de frînare M:

$$M = k \frac{\Phi^2 n}{R}.$$

Drept conductoare se folosesc în asemenea cazuri, în vederea simplificării, în loc de înfășurări din sîrmă, simple corpuri masive în formă de discuri sau tambure (fig. 9.2.46).

Deoarece la mișcările de intrare în repaus, în măsura în care sînt mișcări de rotație, apar de obicei rotiri mai mici decît 180°, sînt necesari, în general, doar segmenți de discuri sau de tambure. În fig. 9.1.16 se arată forma de execuție a unui amortizor cu disc pentru un aparat electric de măsurat, la care segmentul de disc este executat din tablă de aluminiu de 0,8 mm grosime.

La aparatele electrice de măsurat cu bobină rotativă care oscilează într-un cîmp magnetic, adeseori nu trebuie prevăzut un amortizor cu curenți Foucault separat, deoarece oscilațiile mecanismului de măsurat provoacă deja amortizare a efectului de frînare a curenților de inducție care apar în înfășurările din sîrmă ale bobinei rotative, cu condiția ca capetele înfășurărilor să fie legate între ele din punct de vedere electric, circuitul de curent fiind deci închis. Pentru a amplifica amortizarea la asemenea aparate și pentru a o face cît mai independentă de condițiile de funcționare, deci de mărimea rezistenței exterioare, sîrma de bobinare poate fi înfășurată pe un cadru executat din metal bun conducător de electricitate (cupru sau aluminiu). Curenții de inducție care iau naștere în acest cadru metalic închis la mișcarea cîmpului magnetic au atunci același efect ca și un amortizor prin curenți Foucault separat.

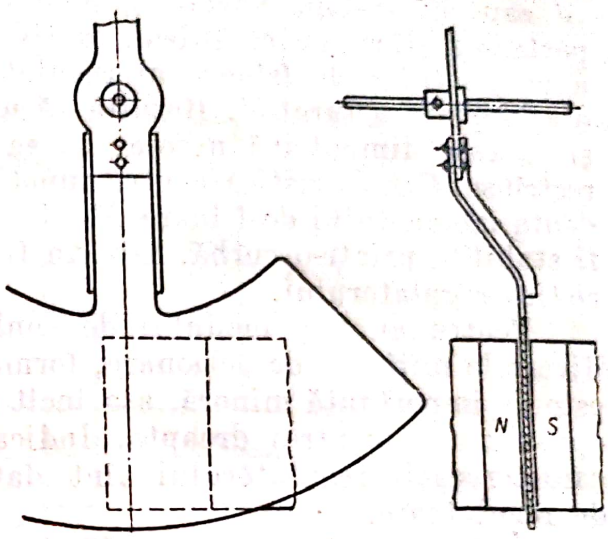


Fig. 9.1.16.
Amortizare prin curenți Foucault cu segment de disc

9.2. REGULATOARE PENTRU MENȚINEREA CONSTANTĂ A VITEZEI

O viteză uniformă se poate realiza prin adaptarea alimentării cu energie la cerințele de energie, prin frînarea energiei suplimentare de acționare sau prin împiedicarea discontinuă în anumite intervale de timp egale sau aproape egale.

La aparate sau mașini mai mari, viteza este reglată, în general, prin variația alimentării cu energie, deoarece acest procedeu asigură cea mai bună folosire a energiei. În mecanica fină, dimpotrivă, se pune mai puțin preț pe folosirea energiei așa încît se preferă procedele mai simple de reglare prin frînarea energiei suplimentare (regulatoare cu frînare) sau de împiedicare discontinuă (regulatoare cu împiedicare). Numai în cazuri izolate se reglează viteza prin variația alimentării cu energie, și anume prin folosirea unui cuplaj centrifug (cap. 5.3.2.2.), care transmite din energia totală care stă la dispoziție numai cantitatea necesară pentru păstrarea vitezei dorite. La regulatoarele cu frînare, energia suplimentară este distrusă în cele mai multe cazuri prin frecare mecanică dintre corpuri rigide, prin frecare lichidă sau cu aer sau prin producerea de curenți Foucault în masele metalice în mișcare (efect Foucault).

9.2.1. Regulatoare cu frînare

Un mecanism fără regulator s-ar mișca uniform numai atunci cînd forța de acționare, care acționează de exemplu în forma unui moment de torsiune M, ar fi totdeauna egală cu momentul rezistent M_1 produs de sar-

cină. Deoarece această condiție, în general, nu va fi satisfăcută, construcția poate fi astfel aleasă, încît momentul de acționare să fie întotdeauna mai mare decît momentul rezistent, iar diferența dintre aceste momente $M_r = M - M_1$ să fie distrusă într-un regulator cu frînare. La variația momentelor M sau M_1 trebuie variat în mod corespunzător și momentul M_r pentru păstrarea stării de echilibru. Motivul pentru această schimbare automată a momentului de frînare al regulatorului M_r poate fi bineînțeles numai o schimbare a turației. Rezultă că nu se poate considera turația constantă și că este dimpotrivă necesar să se admită variații între anumite limite restrînse. Caracteristică pentru funcționarea unui regulator este deci dependența momentului de frînare M_r de turația n. Relația dintre n și M_r poate fi stabilită printr-o curbă, care va fi denumită în cele ce urmează caracteristica regulatorului.

Pentru analiza modului de conlucrare a regulatorului de frînare cu diversele mijloace de acționare, forma exactă a caracteristicii regulatorului este de importanță minoră, așa încît aceasta va fi reprezentată deocamdată aproximativ printr-o dreaptă. Indicații mai ample asupra alurii reale a caracteristicii regulatorului sînt date la tratarea diferitelor construcții de regulatoare.

Pentru cercetarea comportării unui regulator în funcționare prezintă importanță și relația dintre turație și momentul de acționare, care va fi reprezentată în cele ce urmează sub forma unei caracteristici de acționare. Deoarece variațiile de turație pe care regulatorul cu frînare trebuie să le limiteze provin fie dintr-o variație a sarcinii, fie dintr-o variație normală a momentului de acționare, este avantajos ca fenomenele de reglaj să fie tratate separat pentru aceste două posibilități.

9.2.1.1. Variația momentului rezistent

Acționarea regulatoarelor cu frînare din mecanica fină se face mai ales cu greutăți, arcuri și electromotoare.

Acționarea prin greutăți este caracterizată printr-un moment de torsiune constant, independent de turația transmisiei. Caracteristica de acționare n/M_g este de aceea în acest caz o paralelă la axa ordonatelor (fig. 9.2.1). Momentul de frînare al regulatorului se presupune că variază cu turația n după caracteristica regulatorului care este n/M_r și care crește constant la creșterea turației. La înscrierea acestor caracteristici trebuie avut în vedere că de obicei regulatorul nu este așezat direct pe arborele de acționare, așa încît în diagramă trebuie introduse toate momentele de torsiune și toate turațiile raportate la una din axele de rotație. Să considerăm că turațiile trebuie menținute de regulator între limitele n_1 și n_2 la sarcină variabilă. Pentru ca piesa rotativă să fie în echilibru, de exemplu la turația n_m, trebuie să existe relația $M_g = M_r + M_l$. De aci rezultă $M_l = M_g - M_r$ și se vede cu ușurință că din determinarea acestei relații pentru diferite turații rezultă pentru momentul rezistent M_l o caracteristică n/M_l care la creșterea momentului de torsiune cade constant înspre axa absciselor. Din fig. 9.2.1 se mai vede că momentul rezistent M_l poate varia cu $\pm \Delta M_l$ fără ca turația să depășească limitele admise n_1 și n_2.

La acționarea cu arc variația momentului rezistent trebuie considerată numai pentru intervale de timp foarte mici, deoarece momentul de acționare variază cu desfășurarea arcului (fig. 9.2.4). Momentul de acționare

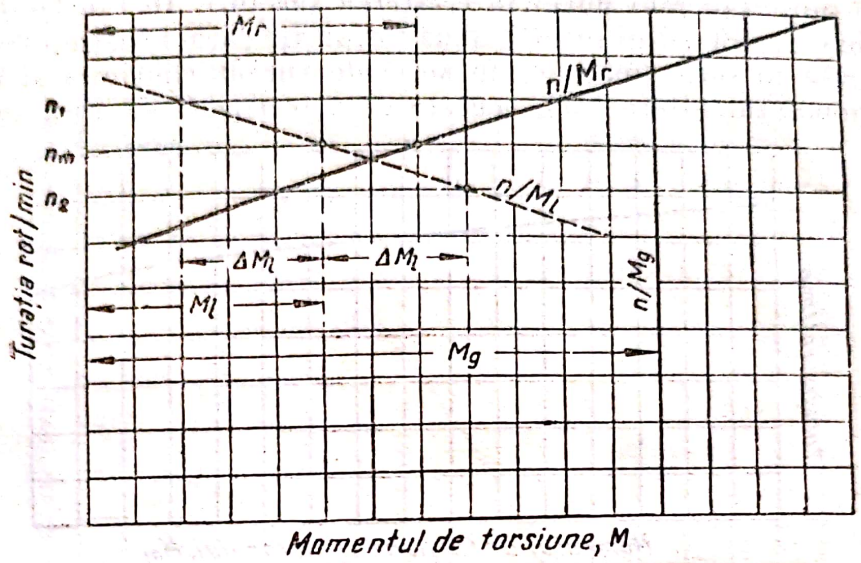


Fig. 9.2.1.
Efectul unui regulator cu frînare la acționarea prin greutăți

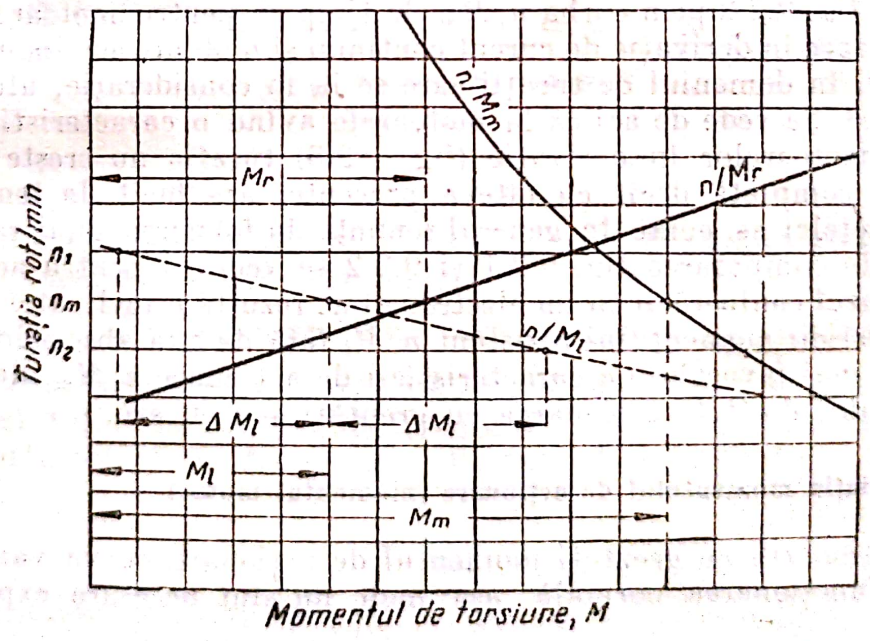


Fig. 9.2.2.
Efectul unui regulator cu frînare la acționarea printr-un electromotor în serie

al arcului este independent de viteza de descărcare a arcului, respectiv de turația transmisiei pe minut, așa încît și aci (pe intervale mici de timp) caracteristica de acționare merge paralel cu axa ordonatelor, ca și la acționarea prin greutăți (fig. 9.2.1). În consecință sînt valabile pentru acțio-

narea cu arc, în mod corespunzător, relaţiile determinate pentru acţionarea prin greutăţi.

Acţionarea prin electromotoare este caracterizată prin aceea că turaţia scade mai mult sau mai puţin la creşterea sarcinii. În funcţie de sistemul de conexiune al motorului rezultă două forme ale caracteristicii de acţionare. La motoarele în serie (motoare în serie de curent continuu şi motoare cu colector monofazat alternativ), această caracteristică are aproximativ alura

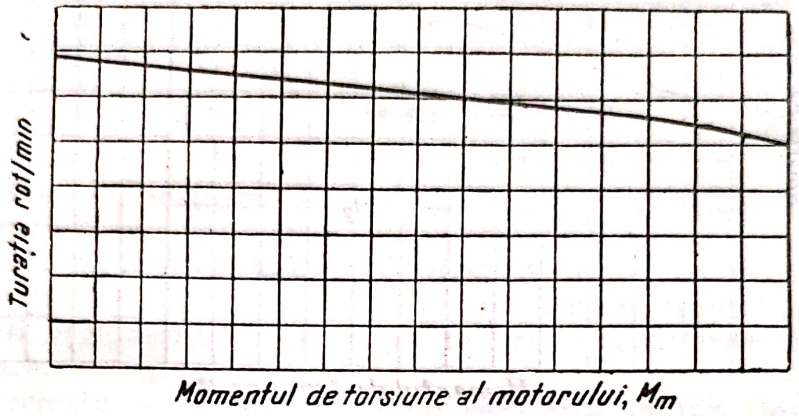


Fig. 9.2.3.
Caracteristica de acţionare a unui electromotor în derivaţie

arătată în fig. 9.2.2 prin curba n/M_m, în timp ce pentru motoarele în derivaţie (motoare în derivaţie de curent continuu şi motoare cu inducţie monofazate) are, în domeniul de turaţii care se ia în consideraţie, alura arătată în fig. 9.2.3. Se vede de aci că la motoarele avînd o caracteristică înrudită cu cea a motoarelor în derivaţie (fig. 9.2.3) turaţia nu creşte chiar la o descărcare completă decît cu cîteva procente, aşa încît la tensiune constantă a reţelei se poate în general renunţa la folosirea unui regulator cu frînare. Din compararea fig. 9.2.1 şi 9.2.2 se vede că pentru acelaşi regulator, în cazul conlucrării cu un electromotor, rezultă o înclinaţie mai redusă a caracteristicii momentului rezistent n/M_l faţă de axa absciselor, datorită înclinaţiei mai favorabile a caracteristicii de acţionare n/M_m, deci un efect mai favorabil decît la acţionarea cu greutăţi sau cu arc.

9.2.1.2. Variaţia momentului de acţionare (momentul motor)

La acţionarea cu greutăţi momentul de acţionare nu va varia aproape deloc la funcţionarea normală, aşa încît nu sînt necesare expuneri mai detaliate.

La acţionarea cu arc cercetarea trebuie să se bazeze pe două diagrame (fig. 9.2.4 şi 9.2.5), deoarece momentul de acţionare al arcului M_f depinde de numărul rotaţiilor carcasei arcului la descărcare (fig. 9.2.4), însă nu de turaţia n, cum este cazul cu momentul de frînare M_r al regulatorului (fig. 9.2.5). Cînd transmisia se porneşte cu arcul complet armat, există în momentul pornirii un moment de accelerare mare $M_b = M_f - M_l$ care, scăzînd el însuşi treptat, ridică turaţia transmisiei pînă cînd regulatorul

dă naștere unui moment de frînare M_{r1} de aceeași mărime, așa încît conform relației $M_f = M_l + M_{r1}$ există echilibru. Deoarece momentul de torsiune al arcului scade continuu în timpul desfășurării, momentul de frînare al regulatorului trebuie micșorat în vederea menținerii echilibrului, ceea ce se realizează prin descreșterea turației. Dacă M_{r1} și M_{r2} $(= 0)$, adică momentul cel mai mare și momentul cel mai mic care trebuie frînate de regulator,

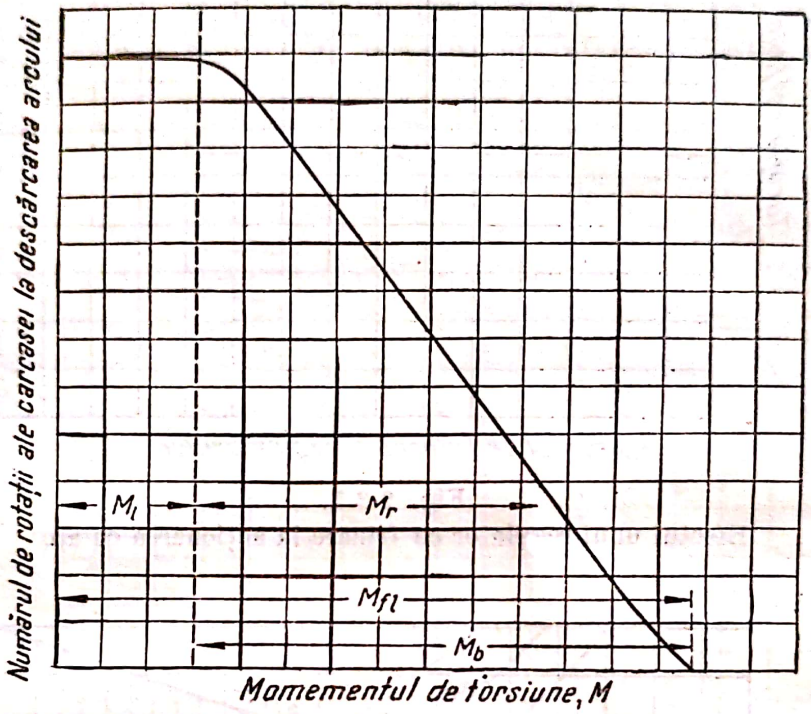


Fig. 9.2.4.
Caracteristica de acționare cu arc

se înscriu în diagrama din fig. 9.2.5, rezultă valorile limită n_1 și n_2 între care variază turația la desfășurarea arcului.

Ecuația $\frac{n_1 + n_2}{2} = n_m$ reprezintă turația medie pe minut, iar din aceasta se poate determina durata descărcării complete a arcului. Dacă a este numărul total de rotații ale arborelui regulatorului la descărcarea arcului, durata totală de descărcare este dată de relația

$$t = \frac{a}{n_m},$$

La acționarea prin electromotoare trebuie avut în general în vedere că tensiunea rețelei și deci și alimentarea cu energie sînt supuse la variații mai mult sau mai puțin importante. Pentru cercetarea condițiilor de funcționare în cazul existenței variațiilor de tensiune, este important în primul rînd faptul că caracteristica motorului n/M_m variază la creșterea sau coborîrea tensiunii rețelei aproximativ în felul în care este arătat în fig. 9.2.6 pentru motorul în serie și în felul arătat în fig. 9.2.7 pentru motorul în derivație de curent continuu.

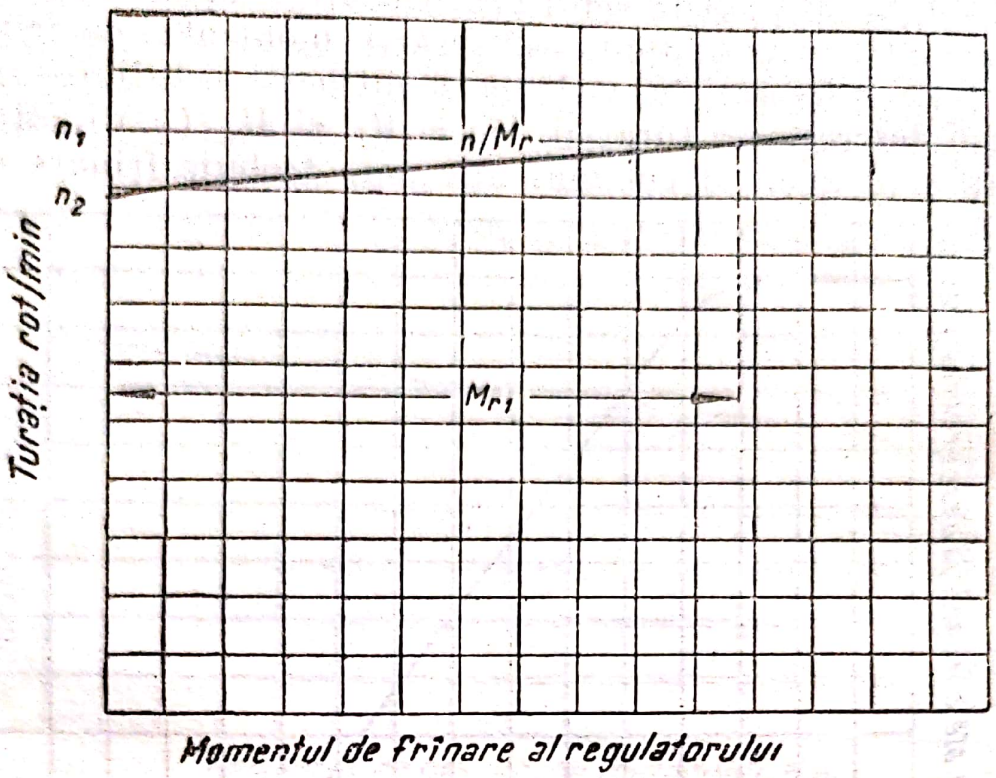


Fig. 9.2.5.
Efectul unui regulator cu frînare la acționarea cu arc

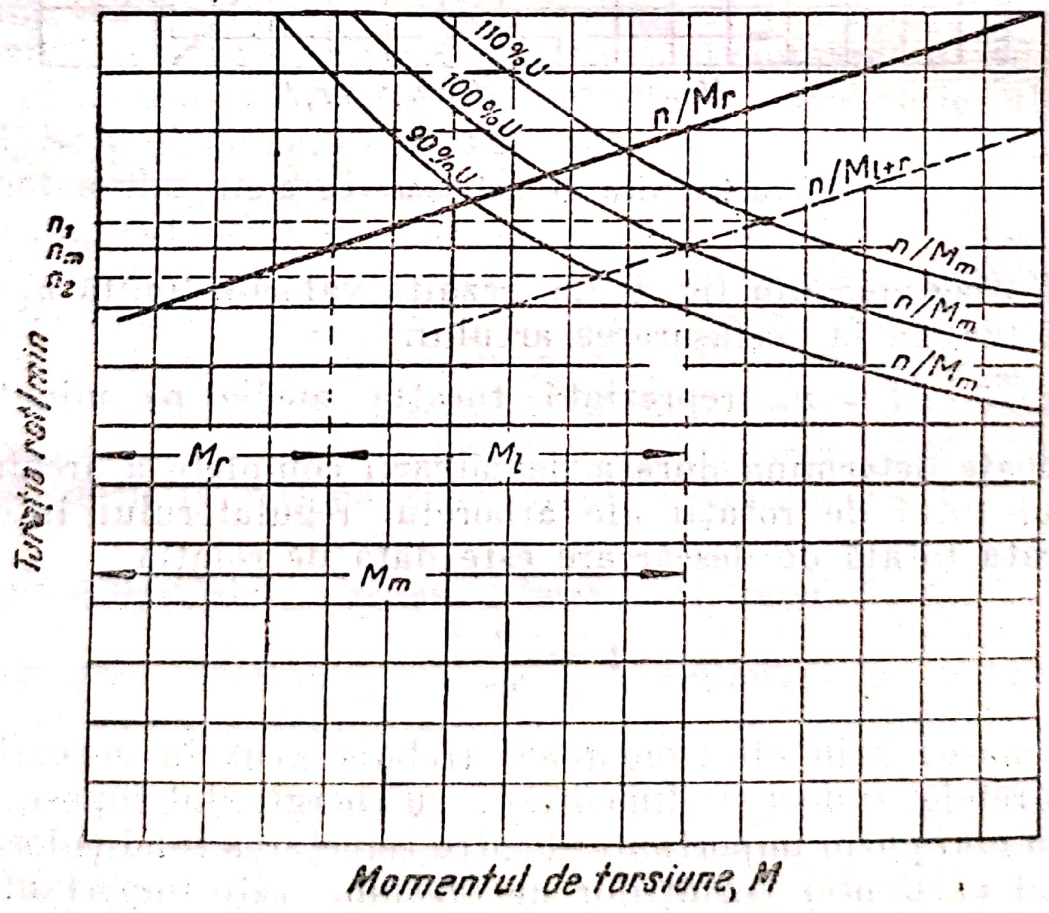


Fig. 9.2.6.
Efectul unui regulator cu frînare la moment rezistent constant în cazul acționării prin motor în serie

În fig. 9.2.6 și 9.2.7 este reprezentat cazul cînd tensiunea de regim U variază cu $\pm 10\%$. În consecință, s-au înregistrat pe lîngă caracteristica regulatorului n/M_r și caracteristicile motorului n/M_m pentru 90%, 100% și 110% din tensiunea U.

Trebuie avut în vedere că momentul de torsiune al motorului trebuie să corespundă mereu sumei $M_l + M_r$. Se obține astfel curba însemnată cu n/M_{l+r}, dacă caracteristica regulatorului este deplasată spre dreapta cu valoarea constantă M_l. Starea de echilibru pentru diferitele tensiuni este atunci reprezentată întodeauna de punctul de intersecție al curbei n/M_{l+r}

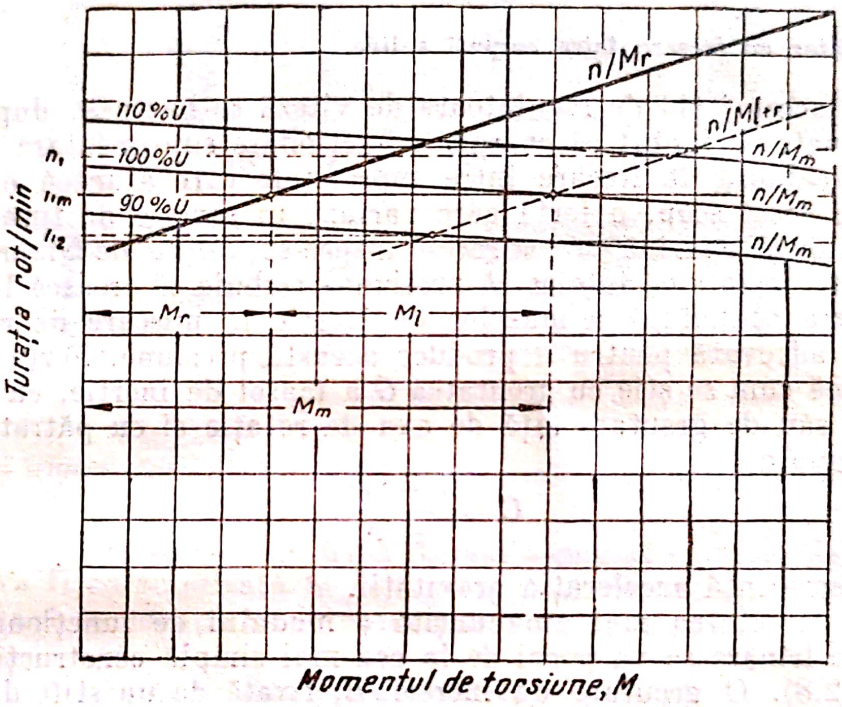


Fig. 9.2.7.
Efectul unui regulator cu frînare la moment rezistent constant în cazul acționării prin motor în derivație

cu caracteristica respectivă a motorului n/M_m și se vede din aceasta, între ce limite n_1 și n_2 este menținută turația de către regulator. Din caracteristicile reprezentate în fig. 9.2.6 și 9.2.7 rezultă că pentru cazul, desigur rar, în care momentul rezistent este invariabil, apar la acționarea prin electromotoare în general variații relativ reduse ale turației, chiar fără regulator.

Dacă trebuie păstrate limite deosebit de restrînse ale turației, trebuie folosit un regulator chiar și în cazul acționării prin electromotoare. Pentru a putea lucra cu eficacitate, acesta trebuie să fie astfel construit, încît caracteristica să fie foarte puțin înclinată spre axa absciselor. Aceasta impune pe de altă parte o creștere corespunzătoare a momentului de frînare al regulatorului și deci o mărire corespunzătoare a puterii motorului la același moment rezistent. Motoarele avînd o caracteristică înrudită cu cea a motoarelor în serie se comportă mai bine în această privință, deoarece același

regulator menține aci variațiile de turație între limite mai strînse decît la un motor în derivație.

În general, atît momentul rezistent cît și momentul de acționare vor fi variabile, așa încît pentru determinarea limitelor de turație se vor considera totdeauna cazurile cele mai defavorabile.

Rezultă concluzia că variatorul va menține variațiile de turație în limite cu atît mai strînse, cu cît momentul său de frînare crește mai repede la ridicarea turației, adică cu cît la reprezentarea din fig. 9.2.1, 9.2.2 și 9.2.5—9.2.7 caracteristica regulatorului este mai puțin înclinată față de axa absciselor.

9.2.1.3 Regulator cu frecare între corpuri solide

Efectul acestui tip de regulatoare de viteză se bazează, după cum s-a mai menționat, pe faptul că energia de acționare suplimentară este transformată în căldură de frecare între suprafețele care alunecă una față de cealaltă. În acest scop, o forță care variază în funcție de turație trebuie să împingă saboții de frînă care se rotesc înspre suprafața de frînare imobilă. Deoarece este de la sine înțeles că presiunea trebuie să crească la creșterea turației, forța centrifugă a maselor de inerție în mișcare de rotație este deosebit de adecvată pentru a produce această presiune. Forța centrifugă C crește după cum se știe cu greutatea G a masei de inerție, cu distanța s a centrului său de greutate față de axa de rotație și cu pătratul turației n, după formula

$$C = \frac{G s \pi^2 n^2}{g\, 30^2},$$

în care g reprezintă accelerația gravității.

Pentru cercetarea mai amănunțită a modului de funcționare a unui regulator cu frînare se va porni de la cea mai simplă construcție de acest fel (fig. 9.2.8). O greutate de inerție B, fixată de un știft din oțel A, poate aluneca cu știftul într-o gaură D a arborelui E. Un arc elicoidal de readucere G ridică, în stare de repaus a transmisiei, greutatea B de pe suprafața de frînare H. În acest caz există între forța centrifugă C, forța F a arcului și momentul de frînare M_r relația

$$M_r = (C - F)\, \mu\, r,$$

în care μ este coeficientul de frînare, iar r — raza tamburului de frînare. Dacă în această relație se introduce pentru forța centrifugă valoarea

$$\frac{G s \pi^2 n^2}{g\, 30^2},$$

ecuația pentru tamburul de frînă se prezintă:

$$M_r = \frac{G s \pi^2 \mu\, r}{g\, 30^2}\, n^2 - \mu\, r\, F = K_1\, n^2 - K_2\, F.$$

în care

$$K_1 = \frac{G s \pi^2 \mu\, r}{g\, 30^2} \quad \text{și} \quad K_2 = \mu\, r,$$

care sînt constante ce se compun din valori numerice invariabile $\left(g,\ \mu,\ \frac{\pi^2}{30^2}\right)$ și din dimensiunile regulatorului (G, s, r). Momentul depinde deci, în afara valorilor fixe, de pătratul turației n și de forța F a arcului. Se mai vede din ecuație că momentul de frînare M_r are valori pozitive de-abia începînd de la o anumită turație. Turația, la care momentul de frînare este egal

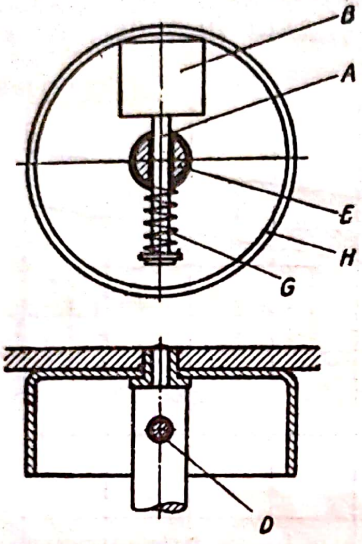


Fig. 9.2.8.

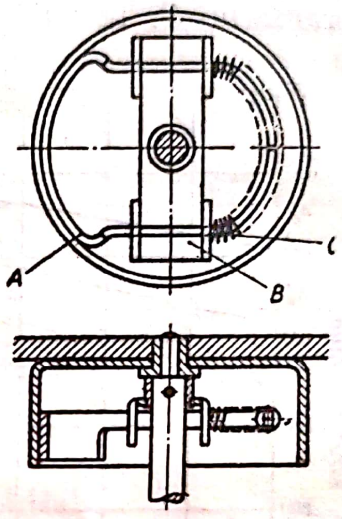


Fig. 9.2.9.

Regulatoare cu frînare care lucrează radial și au o greutate de inerție ghidată rectiliniu

cu zero, la care deci saboții de frînă tocmai ajung să se așeze pe suprafața de frînare, va fi caracterizată în cele ce urmează totdeauna drept turația limită n_0. Dacă în ecuație se introduce $M_r = 0$ se obține

$$K_1 n_0^2 = K_2 F, \quad \text{deci} \quad n_0 = \sqrt{\frac{K_2}{K_1} F}.$$

În exemplul de față

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{1}{\frac{G s \pi^2}{g 30^2}} = \frac{30^2 g}{G s \pi^2}, \quad \text{deci} \quad n_0 = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g F}{G s}}.$$

După cum s-a menționat, comportarea unui regulator de turație este caracterizată prin alura caracteristicii regulatorului, care în fig. 9.1.2, 9.2.2 și 9.2.5—9.2.7 este marcată prin n/M_r. Caracteristica regulatorului este reprezentată acolo sub formă de dreaptă, care se ridică mai mult sau mai puțin la creșterea turației. Din formula $M_r = K_1 n^2 - K_2 F$, care este valabilă în această formă sau într-o formă asemănătoare pentru majoritatea regulatoarelor cu frînare prin frecare între corpuri solide, poate fi determinată integral caracteristica regulatorului. Din fig. 9.2.10 se vede cum caracteristica, pornind de la turația limită n_0, se ridică, înclinația ei descrescînd continuu.

Dacă un regulator urmează să fie folosit pentru un alt domeniu de turație, turația limită n_0 trebuie să fie adusă în domeniul dorit (n_0' în fig. 9.2.10). După cum se vede din relația

$$n_0 = \frac{30}{\pi}\sqrt{\frac{gF}{Gs}},$$

turația limită n_0 poate fi mărită la regulatorul descris prin mărirea lui F sau prin micșorarea lui G. Trebuie totuși avut în vedere că aceste mărimi

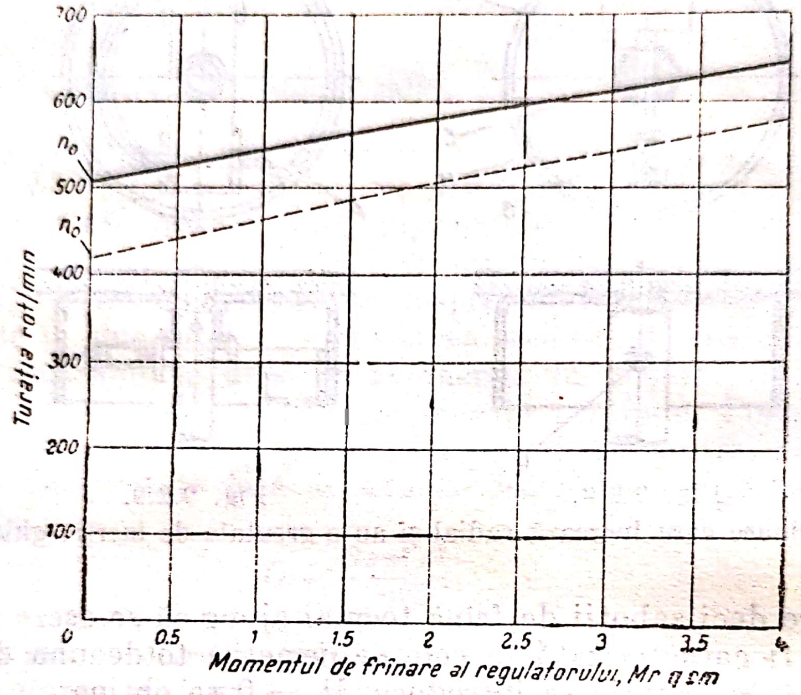


Fig. 9.2.10.
Caracteristica unui regulator cu frînare

depind de a doua putere a lui n_0 și că , la o dublare a forței F a arcului, se obține numai o creștere de 1,4 ori a turației. Același efect l-ar avea o micșorare la jumătate a greutății G a maselor de inerție.

Dacă nu trebuie schimbat domeniul de turație, ci se urmărește îmbunătățirea efectului regulatorului, adică schimbarea înclinației caracteristicii regulatorului, mărimile G și s, pe de o parte, și F, pe de altă parte, trebuie astfel mărite, încît F/Gs să păstreze aceeași valoare. Acest efect se poate obține în exemplul arătat înainte și prin mărirea coeficientului de frecare μ sau a razei r a tamburului de frînă.

La regulatoarele cu frînare prin frecare între corpuri solide se deosebesc, după direcția presiunii de frînare, regulatoare cu acțiune radială și axială.

Regulatoare cu acțiune radială. În fig. 9.2.9 se arată un regulator asemănător cu cel descris și reprezentat în fig. 9.2.8. Acesta poate fi folosit pentru mecanisme cu arc motor cu momente de torsiune foarte mici și s-a făcut cunoscut mai ales prin execuția sa simplă și ieftină. Tabla A, lățită pe una din părți, servește cu partea sa lată drept masă de inerție; la

partea îngustă poate, pe de o parte, să alunece în direcție diametrală într-o tablă B fixată pe arbore și, pe de altă parte, servește drept reazem pentru arcul de compresiune C destinat readucerii.

În fig. 9.2.11 se arată un regulator, la care, în scopul unei mai bune folosiri a spațiului, s-a prevăzut o transmisie prin pîrghii între forța centrifugă C și presiunea de frînare N. În partea mijlocie de secțiune dreptunghiulară a arborelui A este introdus prin presare un bolț transversal B, care poartă la capete două pîrghii de frînă D. Arcul de tracțiune E caută să rotească astfel pîrghiile de frînă D, încît ele să se ridice de pe suprafața

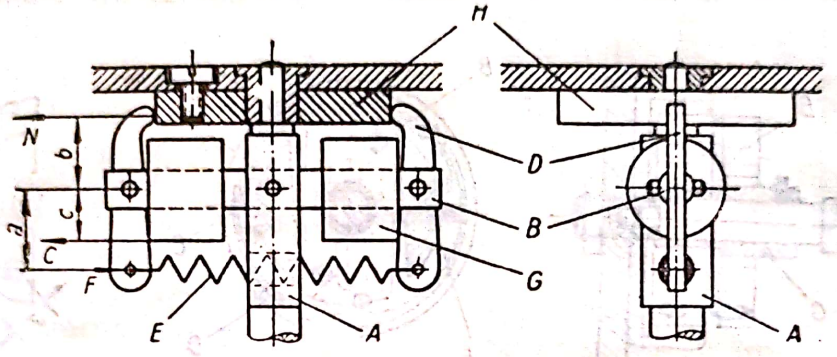


Fig. 9.2.11.

Regulator cu frînare lucrînd radial și avînd două mase de inerție în ghidaje drepte, care acționează pîrghiile montate în lagăre

de frînare H. Greutățile G ghidate pe bolțul B se deplasează înspre afară, sub efectul forței de inerție și apasă pîrghiile înspre suprafața de frînare H învingînd forța arcului. Cînd regulatorul intră în acțiune, fiecare pîrghie de frînă se găsește sub influența forței centrifuge C a uneia din greutățile de inerție, a forței F a arcului și a presiunii de frînare N. Din ecuația momentelor pentru centrul de rotație a pîrghiei,

$$-N\,b + F\,a - C\,c = 0,$$

rezultă

$$N = \frac{C\,c - F\,a}{b}.$$

Două pîrghii de frînă exercită o presiune $2N$ și dezvoltă în consecință un moment de frînare

$$M_r = 2\,N\,\mu\,r = 2\,\mu\,r\,C\,\frac{c}{b} - 2\,\mu\,r\,F\,\frac{a}{b}.$$

Dacă pentru C se introduce valoarea $\frac{G\,s\,\pi^2}{g\,30^2}\,n^2$, se obține în sfîrșit pentru momentul de frînare relația

$$M_r = 2\,\mu\,r\,\frac{c\,G\,s\,\pi^2}{b\,g\,30^2}\,n^2 - 2\,\mu\,r\,\frac{a}{b}\,F = K_1\,n^2 - K_2\,F.$$

Semnificația constantelor K_1 și K_2 poate rezulta direct din această relație, în timp ce turația limită n_0 poate fi determinată conform explicațiilor date în acest paragraf.

La regulatoarele pentru momente de frînare mai mari se vor evita pe cît posibil ghidajele de translație, care se vor înlocui prin lagăre, deoarece astfel forțele de inerție pot da naștere la forțe de frecare relativ importante în ghidaje. Ca exemplu este reprezentat în fig. 9.2.12 regulatorul selectorului de numere al unui post telefonic automat. Masele de inerție A se pot roti în jurul știfturilor B și se așază sub efectul forței centrifuge pe suprafața de frînare E, prin intermediul cepurilor D din ebonită. Știfturile B sînt fixate într-o piesă transversală H din alamă, în care este fixată prin nituire bucșa G care servește pentru fixarea pe arbore. La rotirea arborelui, masele de inerție tind să se rotească înspre exterior, împotriva efectului arcului J, pînă cînd se așază pe suprafața de frînare E. Din fig. 9.2.13 rezultă următoarele relații între forțe:

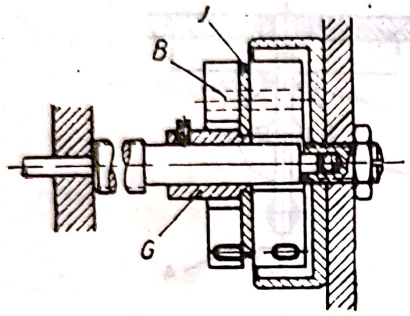
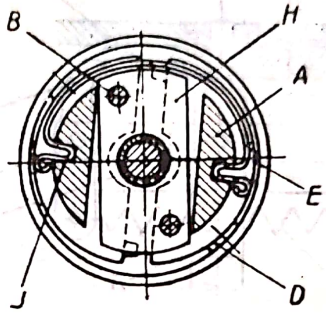


Fig. 9.2.12.



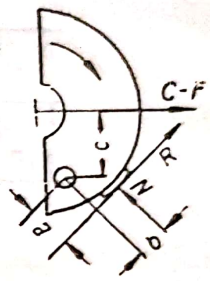


Fig. 9.2.13.

Regulatoare cu frînare cu acțiune radială, cu două mase de inerție, care au fusuri de lagăr separate

$$(C - F)\, c - R\, a - N\, b = 0.$$

Considerînd ecuația $R = N\,\mu$, se obține

$$R = \frac{C\,c - F\,c}{\frac{b}{\mu} + a}.$$

Dacă există două mase de inerție și dacă pentru C se introduce valoarea cunoscută (v. cap. 9.2.1.3), rezultă momentul de frînare

$$M_r = 2\,R\,r = \frac{2\,c\,r\,G\,s\,\pi^2}{\left(\frac{b}{\mu} + a\right) g\, 30^2}\, n^2 - \frac{2\,c\,r}{\frac{b}{\mu} + a}\, F = K_1\, n^2 - K_2\, F.$$

Turația limită n_0 poate fi determinată ca și mai înainte din ecuația

$$n_0 = \sqrt{\frac{K_2}{K_1}}\, F.$$

O construcție asemănătoare are regulatorul reprezentat în fig. 9.2.14. În acest caz, însă, cele două mase de inerție A sînt montate pe un bolț B, iar drept arc servește un arc D din sîrmă de oțel, răsucit în jurul arborelui C.

În principiu, aceeași construcție o are și regulatorul unei mașini de scris „electrice" (fig. 9.2.15). Aci două pîrghii A asamblate din table și care la capetele lor libere sînt executate în formă de corpuri de inerție, se rotesc sub influența forței centrifuge în jurul bolțului B și produc efectul de frînare prin frecarea corpurilor de inerție căptușite cu piele pe peretele interior al suprafeței de frînare fixe D. Forța de readucere, care restabilește poziția inițială a pîrghiilor de frînare, este realizată prin două arcuri elicoidale E. Acestea acționează în felul arătat pe desen asupra pîrghiilor de frînare și pot fi reglate prin șuruburile și piulițele G, pentru a obține o așezare uniformă a saboților de frînă pe suprafața de frînare. Pentru ca pîrghia să fie în echilibru, suma tuturor momentelor (raportată la punctul 0) trebuie să fie egală cu zero (fig. 9.2.16):

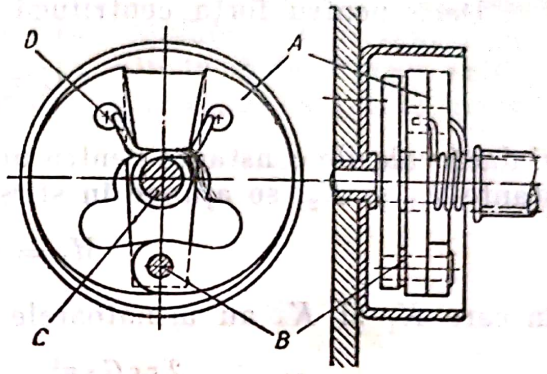


Fig. 9.2.14.
Regulator cu frînare cu acțiune radială, cu două mase de inerție, pe un fus de lagăr comun

$$-Cc + Nb + Ra + Ff_1 + Ff_2 = 0.$$

Deoarece $R = \mu N$, rezultă pentru R relația

$$R = \frac{Cc - F(f_1 + f_2)}{\frac{b}{\mu} + a}.$$

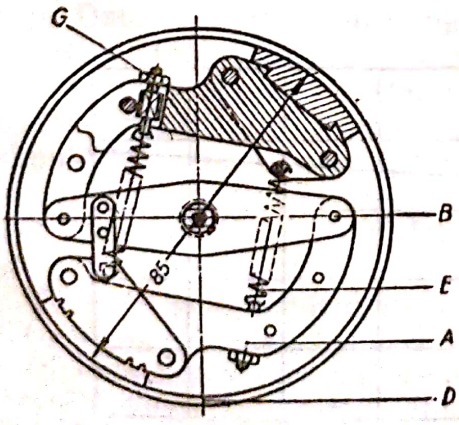


Fig. 9.2.15.

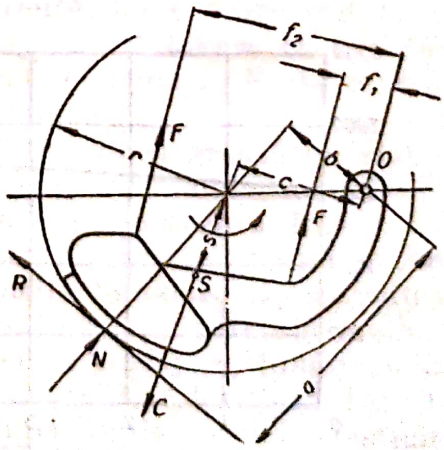


Fig. 9.2.16.

Regulator cu frînare cu acțiune radială, cu două mase de inerție rotative și arcuri reglabile

Dacă se consideră că acționează două pîrghii, momentul de frînare devine

$$M_r = 2\,R\,r = \frac{2\,r\,c}{\frac{b}{\mu}+a}\,C - \frac{2\,r\,(f_1+f_2)}{\frac{b}{\mu}+a}\,F.$$

Dacă pentru forța centrifugă se introduce valoarea

$$C = \frac{G\,s\,\pi^2}{g\,30^2}\,n^2$$

și dacă valorile constante pentru un regulator se concentrează în două constante K_1 și K_2, se ajunge în sfîrșit la ecuația

$$M_r = K_1\,n^2 - K_2\,F,$$

în care K_1 și K_2 au următoarele valori:

$$K_1 = \frac{2\,r\,c\,G\,s\,\pi^2}{\left(\frac{b}{\mu}+a\right)g\,30^2} \quad \text{și} \quad K_2 = \frac{2\,r\,(f_1+f_2)}{\frac{b}{\mu}+a}.$$

Turația limită n_0 poate fi determinată tot din relația

$$n_0 = \sqrt{\frac{K_2}{K_1}}\,F.$$

La regulatorul centrifug al unei mașini electrice de scris, menționat înainte, au rezultat, la o greutate de 110 g pentru o masă de inerție și o forță de arc $F = 3\,050$ gf și pentru dimensiunile care rezultă din fig. 9.2.15, următoarele valori:

— turația limită $n_0 = 1\,540$ rot/min,

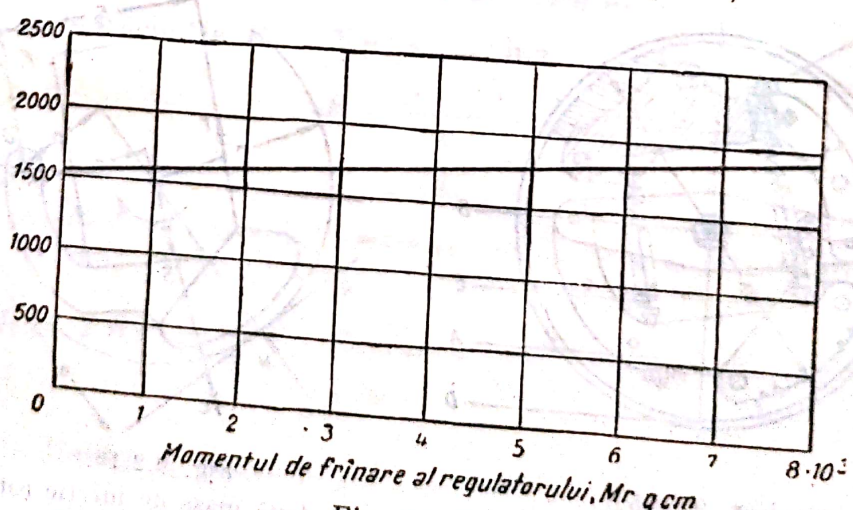


Fig. 9.2.17.
Caracteristica unui regulator cu frînare (fig. 9.2.15).

iar momentul de frînare are, conform ecuației $M_r = K_1 n^2 - K_2 F$ valoarea

$$M_r = 6{,}61 \cdot 10^{-3} n^2 - 15\,600 \text{ gf} \cdot \text{cm}.$$

Dacă această ecuație se înscrie sub forma unei curbe în diagrama din fig. 9.2.17 rezultă caracteristica regulatorului.

La regulatoarele pentru destinații de mică importanță, se poate renunța la un efect de frînare uniform, construcția simplificîndu-se prin aceea că energia este distrusă prin frecare și lovituri. La regulatorul reprezentat în fig. 9.2.8, de exemplu, se poate înlocui suprafața cilindrică de frînare printr-un perete plan sau printr-o placă de lagăr (fig. 9.2.18), pe care bate masa

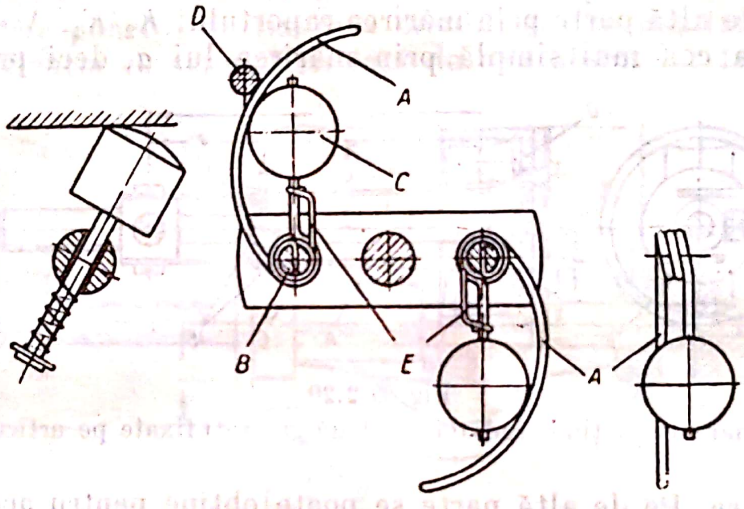


Fig. 9.2.18. Fig. 9.2.19.

Regulatoare cu frînare cu efect prin lovituri

de inerție, provocînd astfel o frînare prin lovituri. O execuție cu efect asemănător este arătată în fig. 9.2.19, la care arcurile A se pot roti în jurul bolțurilor B. Datorită forței centrifuge a greutăților C, care sînt fixate de arcuri, acestea se rotesc înspre exterior, așa încît lovesc cu capetele lor libere un știft D, provocînd astfel un efect de frînare. Forța elastică de readucere este produsă de arcurile elicoidale E.

Mai simplă este construcția unui regulator, dacă greutățile sînt fixate direct pe arcurile de readucere, care este atunci recomandabil să fie executate ca arcuri lamelare (fig. 9.2.20). La regulatorul reprezentat în fig. 9.2.20, care se folosește la un selector de numere pentru posturi telefonice automate, greutățile B fixate prin înșurubare de arcurile lamelare A, rotindu-se în jurul axei C, se mișcă înspre exterior și se așază pe peretele tamburului de frînare D. Prin deplasarea axială a piesei de reglaj E, lungimea liberă eficace a arcului poate fi variată. Folosind notațiile folosite în fig. 9.2.20 rezultă pentru momentul de frînare M_r, după legile teoriei elasticității, relația

$$M_r = K_1 n^2 - K_2 E J,$$

în care pentru K_1 și K_2 sînt valabile următoarele valori:

$$K_1 = 2\,\mu\,r\,\frac{G\,s\,\pi^2}{g\,30^2} \qquad \text{și} \qquad K_2 = \frac{12\,f\,\mu\,r}{2\,l^3 - \frac{a}{2}\,(3\,l - a)^2}.$$

Turația limită n_0 este dată în acest caz de formula

$$n_0 = \sqrt{\frac{K_2}{K_1}\,E\,J}.$$

În acest caz deci, n_0 depinde de dimensiunile arcului și de materialul arcului și poate fi mărit pe de o parte prin creșterea momentului de inerție J al arcului și a modulului de elasticitate E al materialului arcului (cap. 7.2.4), iar pe de altă parte prin mărirea raportului K_2/K_1. Aceasta se realizează în forma cea mai simplă prin mărirea lui a, deci prin deplasarea

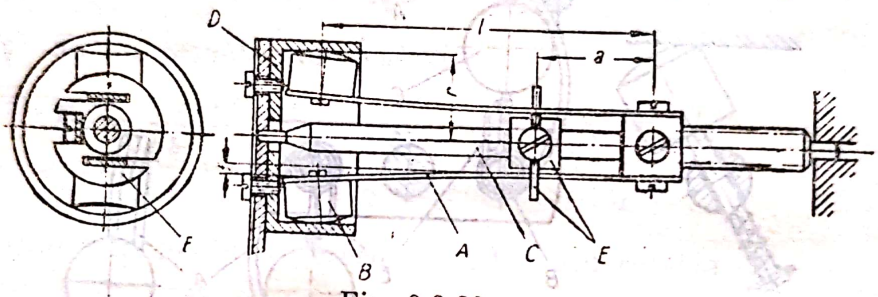


Fig. 9.2.20.
Regulator cu frînare cu acțiune radială, cu două greutăți fixate pe articulații din arcuri

piesei de reglare. Pe de altă parte se poate obține pentru același domeniu de turație un efect de reglare îmbunătățit prin mărirea coeficientului de frecare μ sau prin mărirea numărului greutăților.

Regulatoare cu acțiune axială. Dacă din cauza condițiilor de spațiu este de dorit ca presiunea de frînare să lucreze în direcția axei regulatorului, sînt deosebit de avantajoase mai ales două construcții. La execuția reprezentată în fig. 9.2.21, arcurile lamelare servesc pentru transmiterea forței centrifuge cu efect radial asupra direcției axiale a presiunii de frînare. Forța centrifugă a greutăților A încovoaie arcurile B dînd naștere apoi pe discul de frînare C (care culisează axial și care se așază pe cepul de frînare fix D) la o forță, care este folosită drept presiune de frînare. Pentru a varia domeniul de turație, cepul de frînare poate fi construit deplasabil în direcție axială. Pentru acest regulator rezultă o formulă cu totul asemănătoare celei pentru regulatorul arătat în fig. 9.2.20

$$M_r = K_1\,n^2 - K_2\,E\,J,$$

în care pentru K_1 și K_2 sînt valabile următoarele valori:

$$K_1 = k\,z\,\mu\,r\,\frac{2\,l - s\,G\,(a + f + b)\,\pi^2}{2\,f\,g\,30^2};$$

$$K_2 = k_0\,z\,\mu\,r\,\frac{96\,(2\,l - s)}{l^3}.$$

În funcție de mărimea forțelor care acționează, factorul k poate avea valori între $k_0 = 0{,}416$ și $k_\infty = 0{,}5$. Între săgeata f, lungimea desfășurată a arcului s și lungimea axială l a arcului există următoarea relație:

$$f^2 = k\, l\, (s - l).$$

Turația limită n_0 poate fi determinată din formula

$$n_0 = \sqrt{\frac{K_2}{K_1}\, E\, J}.$$

Ea poate fi deci mărită prin mărirea momentului de inerție J a modulului de elasticitate E, sau prin micșorarea lungimii reglabile l. Aceeași modificare poate fi obținută prin micșorarea greutății G a corpurilor de inerție sau a distanței a dintre punctul de fixare a arcului și axa regulatorului. Pe de altă parte, înclinația caracteristicii față de axa absciselor la domeniul de

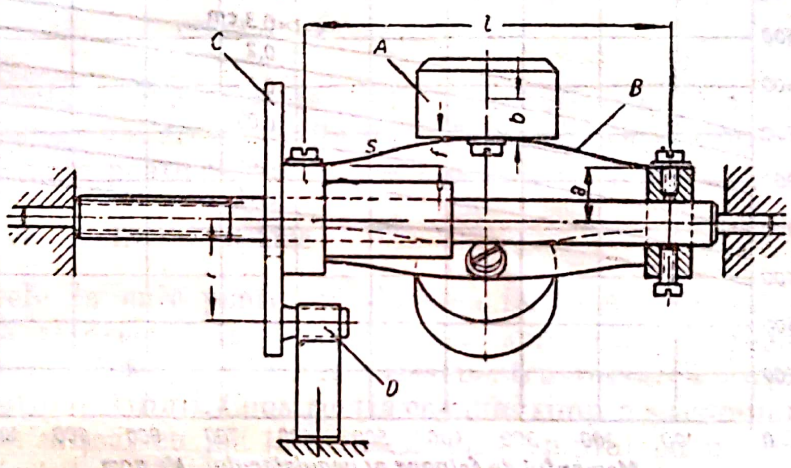


Fig. 9.2.21.
Regulator cu frînare cu acțiune axială, avînd trei greutăți fixate pe articulații din arcuri

turație constant se micșorează, deci efectul regulatorului se îmbunătățește prin mărirea numărului greutăților z, a coeficientului de frecare μ, sau a razei r de frînare. Pentru regulatorul reprezentat în fig. 9.2.21 la dimensiunile arătate în figură, precum și la o valoare a modulului de elasticitate $E = 2{,}1 \cdot 10^6$ kgf/cm², un moment de inerție al secțiunii arcului $J = 9{,}15 \cdot 10^{-8}$ cm⁴, o greutate a masei de inerție $G = 13{,}5$ g și un factor $k = 0{,}43$ pentru diferite deplasări axiale ale discului de frînare, limitate prin reglarea cepului de frînare, rezultă caracteristicile înscrise în fig. 9.2.2.

La construcția unui regulator pentru o mașină de calculat, cu presiune de frînare orientată axial (fig. 9.2.23), forța centrifugă C este transformată în presiunea de frînare N, printr-un sistem de pîrghii. Patru piese A, decupate din tablă de oțel moale de 0,5 mm, a căror desfășurare se vede din fig. 9.2.24, sînt fixate cu un capăt pe o piesă transversală Q a arborelui B, respectiv pe discul de frînare T, iar cu celălalt capăt sînt legate între ele prin greutățile D din alamă. Cînd arborele se rotește, greutățile se mișcă radial în afară și apasă, învingînd forța arcului elicoidal E, discul de frînă T înspre

inelul de perii echipat cu două cepuri de frînă, care este reglabil în direcție axială printr-un șurub H cu ajutorul suportului de perii J în formă de furcă. Pentru ca elementele A să nu fie solicitate la încovoiere și răsucire în timpul rotirii, construcția este astfel concepută, încît momentul care trebuie frînat este transmis de la arbore printr-un disc de antrenare L și un știft de antrenare P asupra discului de frînare T. Pentru determinarea forțelor la acest regulator se prezintă fig. 9.2.25. Calculul care urmează este valabil și pentru amplasarea pe verticală a axei regulatorului, cînd greutatea G a maselor de inerție poate fi neglijată față de forța F a arcului. Forța de tracțiune S_1 (fig. 9.2.25) rezultă din ecuația

$$S_1 = \frac{C \cos \alpha}{\sin (\alpha + \beta)}.$$

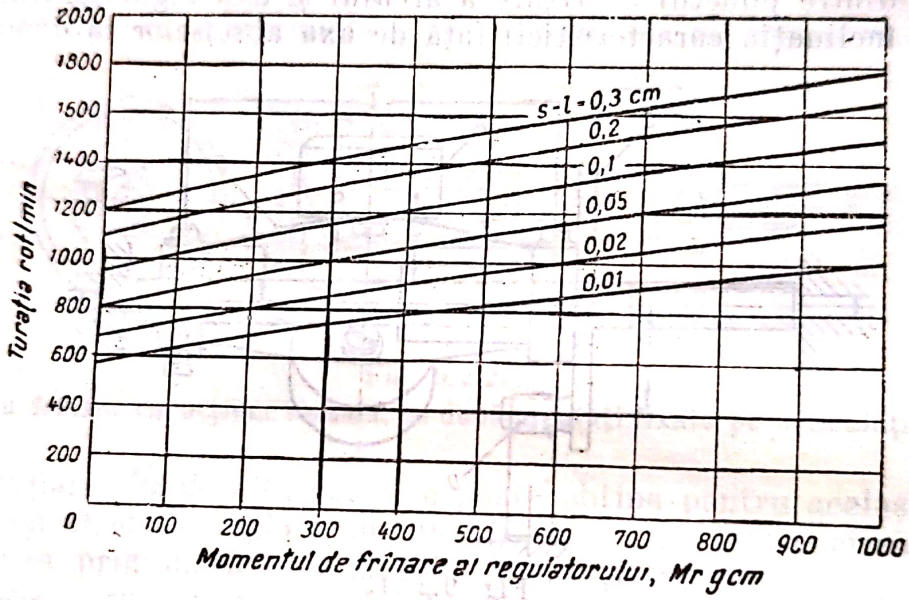


Fig. 9.2.22.
Caracteristicile unui regulator cu frînare (fig. 9.2.21)

De aci rezultă pentru presiunea de frînare N la z greutăți relația

$$N = z \frac{C \cos \alpha \cos \beta}{\sin (\alpha + \beta)} - F,$$

iar pentru momentul de frînare M_r al regulatorului valoarea finală

$$M_r = K_1 n^2 - K_2 F.$$

În ipoteza că se folosesc elemente egal de lungi și că deci unghiurile α și β sînt egale, sînt valabile pentru K_1 și K_2 următoarele valori:

$$K_1 = z \mu r \frac{G s l \pi^2}{4 g (s - a) 30^2}; \qquad K_2 = \mu r.$$

Turația limită este dată în acest caz de formula

$$n_0 = \sqrt{\frac{K_2}{K_1}} F.$$

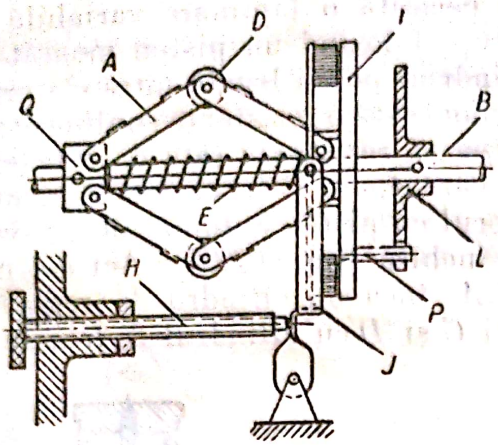


Fig. 9.2.23.

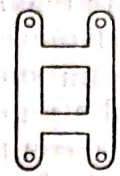


Fig. 9.2.24.

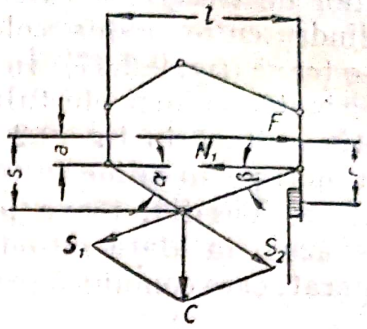


Fig. 9.2.25.

Regulatoare cu frînare cu acțiune axială, cu două greutăți care sînt fixate printr-un sistem de pîrghii

La acest regulator domeniul de turație și turația limită n_0 pot fi modificate prin folosirea unui arc cu o altă forță F. La o turație limită constantă, momentul de frînare poate fi mărit, dacă se măresc μ și r.

9.2.1.4. Regulatoare cu frecare lichidă

Regulatoarele la care pentru producerea forței de frînare se folosește frecarea lichidă se execută în general numai sub formă de regulatoare cu piston și de aceea sînt indicate mai ales pentru reglarea mișcărilor mai mult sau mai puțin rectilinii. Construcția cea mai simplă se compune dintr-un piston, care este mișcat cu joc într-un cilindru umplut cu un lichid vîscos (fig. 9.2.26). Efectul de frînare se bazează pe frecarea internă a particulelor de lichid între ele, precum și pe frecarea particulelor de lichid cu pereții cilindrului și cu pistonul. Efectul de frînare mai este mărit și prin vîrtejurile care se produc atunci cînd lichidul care trece de pe o parte a pistonului pe cealaltă cu viteză mare întîlnește acolo lichidul în repaus. Efectul de frînare depinde de forma pistonului, și anume la pistoanele cu muchii ascuțite (fig. 9.2.26) el este un multiplu al celui de la pistoanele rotunjite.

Efectul de frînare mai poate fi mărit în unele cazuri, dacă pe piston se execută canale cu muchii ascuțite. Condiția pentru obținerea acestui efect constă însă în existența unei viteze suficiente a lichidului în zona de gîtuire, pentru ca să se producă o curgere turbulentă.

Pentru obținerea unui bun efect de frînare se folosește drept lichid, de obicei, ulei sau glicerină. Pentru a putea fi utilizabile pe o perioadă mai lungă de timp, aceste materiale trebuie să aibă o tendință cît mai redusă de a deveni rășinoase și să nu conțină componenți acizi. Deoarece viscozitatea η a uleiurilor este supusă unor variații importante la schimbările de temperatură, o construcție simplă ca cea arătată în fig. 9.2.26 nu poate asigura pentru o forță dată a pistonului P o viteză constantă. Dacă o anumită viteză trebuie păstrată la diferite temperaturi sau dacă forța de frînare, respectiv viteza pistonului, trebuie să fie adaptate diferitelor condiții de funcționare,

trebuie să se prevadă un organ, care să permită o laminare variabilă a căilor de trecere ale uleiului. În acest scop, folosind un piston montat în cilindru cu joc redus, cele două spații cilindrice pot fi legate între ele printr-o țeavă (fig. 9.2.27). În această țeavă se montează o rezistență suplimentară destinată reglării efectului de frînare. Această rezistență este dată la execuția arătată în fig. 9.2.27 de un șurub, care poate fi înșurubat mai mult sau mai puțin adînc în țeavă. La regulatorul cu piston automat de tensiune sistem „Tirrill", țeava poate fi complet închisă (fig. 9.2.28). Aci s-a mai prevăzut, în afara cilindrului de frînare A, încă un cilindru de reglaj B separat, care comunică prin două deschideri C și D cu cilindrul de frînare A.

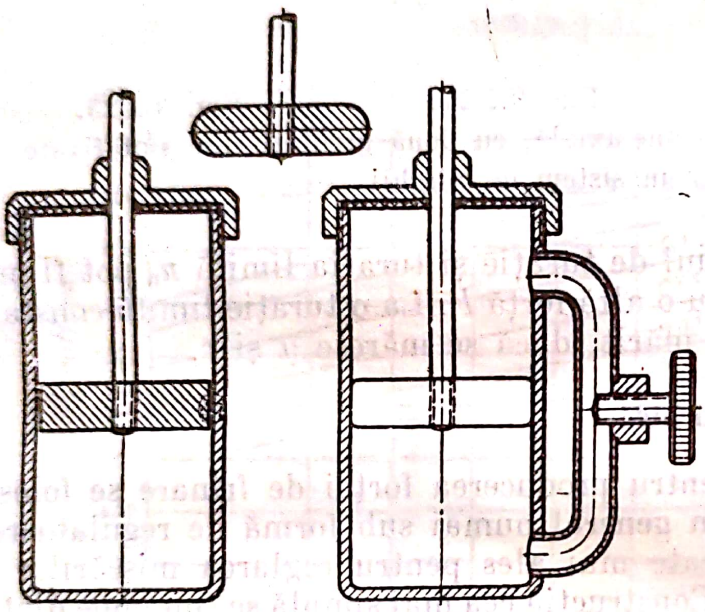


Fig. 9.2.26.

Fig. 9.2.27.

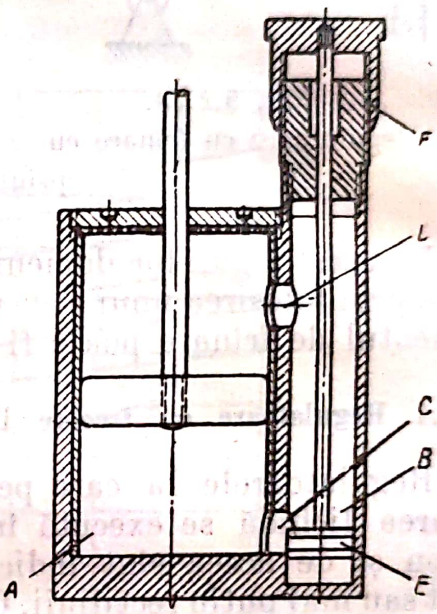


Fig. 9.2.28.

Regulatoare cu piston cu frînare hidraulică.

Un piston E poate fi deplasat axial în cilindrul B printr-un mecanism cu șurub F; în acest fel efectul de frînare poate fi modificat în aceeași măsură pentru ambele direcții de deplasare prin închiderea, respectiv deschiderea, orificiului C pentru trecerea uleiului.

Dacă se urmărește obținerea unor efecte de frînare diferite pentru cele două direcții de mișcare, mai trebuie intercalat un organ care să lamineze lichidul mai mult sau mai puțin, în funcție de direcția de deplasare a pistonului. Un asemenea dispozitiv, care se execută sub formă de supapă cu clapetă sau cu bilă, poate fi amplasat fie în conductele de circulație, fie, mai simplu, direct în piston. Ca exemplu se arată în fig. 9.2.29 regulatorul cu piston al unei mașini de calculat. Acest regulator este acționat prin mecanismul cu pîrghii reprezentat schematic în fig. 9.2.30 și are sarcina de a transmite asupra mecanismului de calculat, derivat de la axa B, o parte cît mai constantă posibil din forța musculară omenească care acționează asupra pîrghiei A. Mișcarea de readucere provocată de un arc trebuie să fie executată cît mai repede, din care cauză regulatorul trebuie să producă în această direcție de deplasare un efect de frînare mai mic. Drept orificii de trecere s-au prevăzut în piston două găuri D_1 și D_2, ale căror secțiuni pot

fi reglate corespunzător prin deplasarea tablelor de formă specială C_1 și C_2. La coborîrea pistonului, lichidul ridică o bilă E, care acoperă orificiul D_1 de pe scaunul său, așa încît lichidul poate trece prin ambele deschideri. La ridicare, bila este apăsată pe scaunul său, așa încît lichidul nu poate trece decît prin deschiderea D_2. Un disc limitator G menține bila totdeauna deasupra scaunului ei. Deoarece tija pistonului este ghidată după un arc de cerc în punctul O, cilindrul trebuie să fie fixat cu posibilitate de rotire în punctul M.

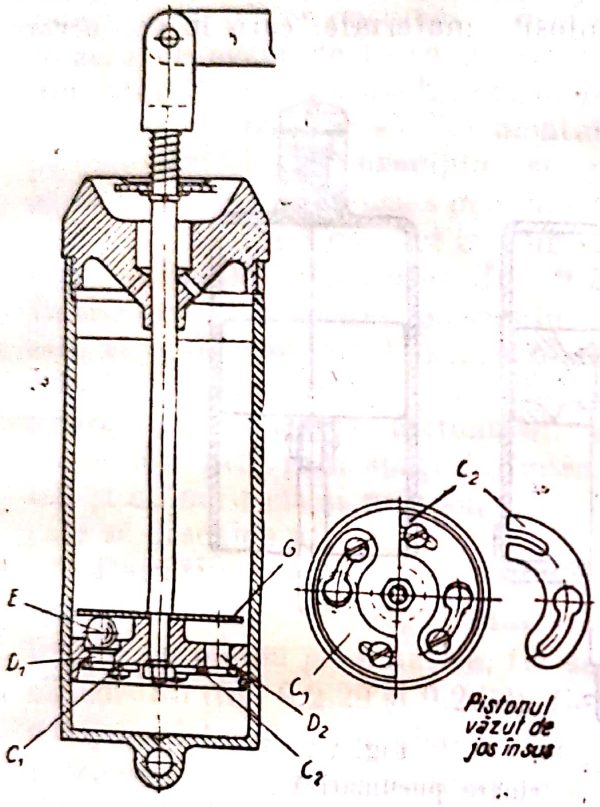


Fig. 9.2.29.
Regulator cu efect de frînare diferit în ambele direcții

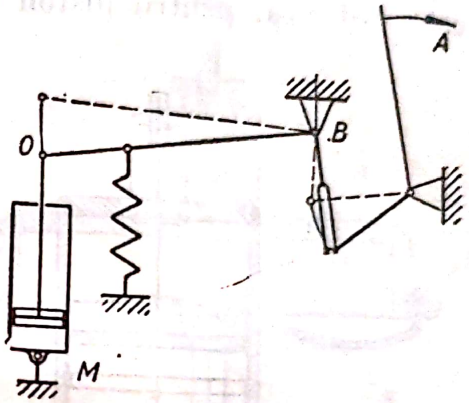


Fig. 9.2.30.
Regulator cu efect de frînare diferit în ambele direcții

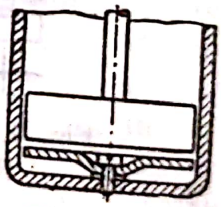


Fig. 9.2.31.
Regulator cu efect inițial puternic

Dacă efectul de frînare trebuie să fie deosebit de mare la începutul cursei, construcția poate fi astfel concepută, încît pistonul să se așeze în poziția finală pe o contraplacă. La ridicarea pistonului trebuie la început învinsă adeziunea față de piston și placă a stratului de lichid care se găsește între piston și placă (fig. 9.2.31).

9.2.1.5. Regulatoare cu frecare a aerului

În funcție de mișcarea care trebuie reglată se deosebesc în esență, la regulatoarele cu frînare folosind frecarea aerului, două construcții diferite:

a) regulatoare cu piston pentru reglarea unei mișcări mai mult sau mai puțin rectilinii;

b) regulatoare cu palete de ventilator pentru asigurarea unei mișcări de rotație uniforme și continue.

9.2.1.5.1 *Regulatoare cu piston*

Din cauza vîscozității reduse, la regulatoarele pneumatice sînt necesare secțiuni de curgere foarte mici, pentru a se atinge un bun efect de frînare. Dacă aerul trebuie să treacă dintr-o parte cilindrică în alta trecînd prin spațiul dintre piston și cilindru, se obține un efect bun numai dacă între piston și cilindru există un joc care nu depășește sutimi de milimetru. Deoarece în acest caz există deja ajustaje precise (ajustaj liber), trebuie avută în vedere frecarea dintre piston și cilindru. Deoarece această frecare este nedorită, pentru piston trebuie folosite materiale, care în conlucrare

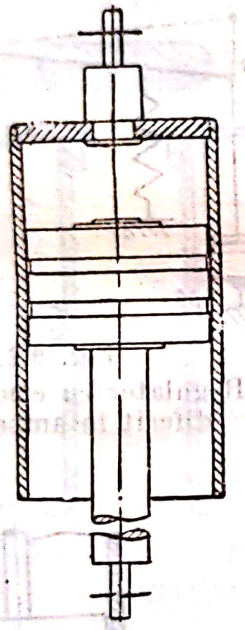


Fig. 9.2.32.

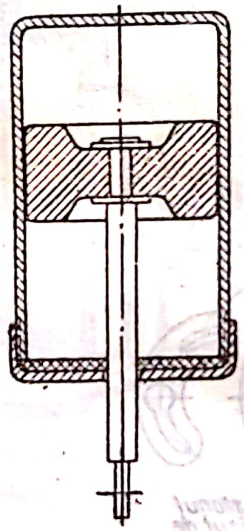


Fig. 9.2.33.

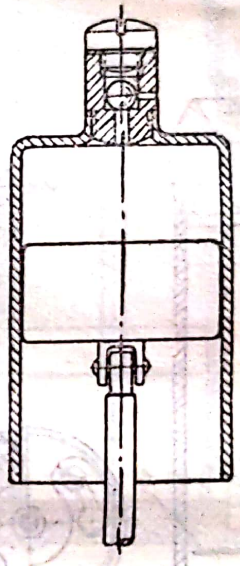


Fig. 9.2.34.

Regulator cu piston cu frînare pneumatică

cu materialul cilindrului să dea coeficienți de frecare mici, mai ales că nu se poate pune problema ungerii suprafețelor de frecare. Deosebit de favorabilă este din această cauză folosirea pistoanelor presate din grafit. În fig. 9.2.32 se arată execuția unui asemenea regulator cu piston, la care pistonul din grafit este prevăzut cu canale cu muchii ascuțite, în vederea îmbunătățirii efectului de frînare. Acest regulator dezvoltă o forță de frînare de 19 gf la un joc de 0,06 mm între piston și cilindru și la o viteză de 4,5 mm/s. În întreprinderile unde apare o degajare importantă de praf, există însă la această soluție constructivă pericolul ca să pătrundă în regulator corpuri străine, care să mărească considerabil frecarea pistonului. În asemenea cazuri se va adopta de aceea un cilindru închis cît mai etanș posibil, de tipul celui arătat în fig. 9.2.33. Între cele două soluții constructive nu apare nici o diferență cu privire la efectul de frînare, deoarece viteza pistonului și deci viteza aerului nu depind decît de diferența de presiune dintre cele două camere ale cilindrului, iar aceasta nu este la rîndul ei decît o funcțiune a forței pistonului și a suprafeței acestuia.

Uneori apare recomandabil ca forța care trebuie frînată să fie transmisă asupra centrului pistonului. În acest caz partea centrală a unui piston dublu creat în acest fel este în legătură cu aerul exterior. La regulatorul unui obturator de obiectiv (obturator compound) (fig. 8.6.24) forța care trebuie frînată este transmisă printr-o pîrghie cotită, care atacă o crestătură a pistonului.

Pentru a obține efecte de frînare diferite în cele două direcții de deplasare, căile de trecere ale aerului trebuie obturate diferențiat, ca și la regulatoarele cu lichid. O simplificare rezultă la regulatoarele cu piston pneumatice prin aceea că aerul ca agent de lucru poate fi luat din atmosferă, așa încît organele de laminare nu trebuie să fie montate în piston. Astfel, de exemplu, se poate realiza un efect diferențiat prin montarea unei supape cu bilă cu efect într-un singur sens în fundul cilindrului (fig. 9.2.34). În timp ce la coborîrea pistonului aerul este aspirat prin jocul dintre piston și cilindru înspre camera cilindrică superioară, la ridicarea pistonului, aerul poate ieși atît prin spațiul dintre piston și cilindru cît și prin supapa cu bilă care se deschide atunci.

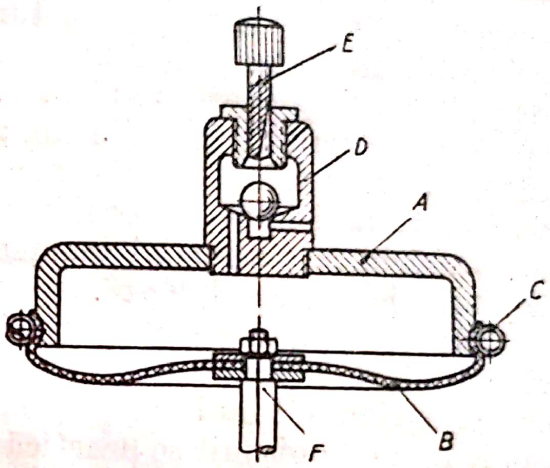


Fig. 9.2.35.
Regulator cu frînare cu cameră de aer închisă printr-o membrană

Dacă tija pistonului este ghidată la capătul ei liber de-a lungul unui arc de cerc, poate fi adoptată la regulatoarele cu piston pneumatice, fie soluția fixării cu posibilitate de rotire a cilindrului (fig. 9.2.29 și 9.2.32), fie soluția fixării directe prin articulație a tijei pistonului de piston (fig. 9.2.34). Pentru a evita în acest caz o blocare prin așezarea înclinată a pistonului datorită forței care atacă în direcție înclinată, pistonul trebuie conceput cît mai lung pentru a-i asigura o bună ghidare.

Dacă cursa este relativ mică, ghidajul pistonului poate fi înlocuit printr-o închidere cu membrană. Pentru ieșirea aerului trebuie prevăzut atunci un orificiu special, de preferință reglabil. La această soluție constructivă, care este adecvată mai ales atunci cînd „tija pistonului“ nu este ghidată rectiliniu, este adevărat că dispare frecarea dintre piston și cilindru, însă în unele cazuri rigiditatea membranei este supărătoare. Un regulator de acest tip este arătat în fig. 9.2.35. Un corp ambutisat A este închis la intrare prin burduful din piele B, care este fixat pe corp printr-un inel de sîrmă răsucită în elice C. Burduful este acționat de tija F, în timp ce în fundul corpului ambutisat este înșurubată piesa care cuprinde supapa cu bilă D și canalul de ieșire reglabil printr-un șurub E. Mersul de du-te-vino al tijei, care poate executa și mici mișcări laterale, fără a stînjeni efectul de frînare, este transmis asupra burdufului. În cazul reprezentat, aerul comprimat prin

ridicarea burdufului poate ieşi din interior numai prin deschiderea care poate fi reglată cu ajutorul şurubului de reglaj E, în timp ce la coborîrea tijei aerul este aspirat atît prin supapa cu bilă cît şi prin deschidere.

9.2.1.5.2 *Regulatoare cu palete de ventilator*

Un regulator cu palete de ventilator se compune din una sau mai multe palete, de obicei plane, care sînt fixate pe arborele a cărui turaţie trebuie reglată. La rotirea în aerul atmosferic, suprafaţa paletelor întîmpină o rezistenţă, dată de mişcările turbionare ale aerului, care exercită asupra arborelui un moment de frînare. Forţa care acţionează asupra unei suprafeţe de paletă este proporţională cu suprafaţa F, cu pătratul vitezei v şi cu masa specifică a aerului înconjurător; ea mai depinde apoi de un coeficient, a cărui valoare variază cu mărimea suprafeţei. Pentru determinare momentului de frînare mai intră în consideraţie braţul de pîrghie ρ al acestei forţe, aşa încît mărimea proporţiei momentului de acţionare care trebuie anihilată depinde de produsul $F \rho v^2$.

Din cele expuse se observă că este recomandabil ca asemenea regulatoare să lucreze cu o turaţie ridicată, pentru a obţine momentul de frînare necesar cu dimensiuni cît mai reduse posibil ale paletelor şi deci implicit cu gabarite mici. În mod obişnuit se practică turaţii pînă la 3 000 rot/min. În consecinţă regulatoarele cu palete de ventilator sînt nimerite mai ales atunci cînd mecanismul care trebuie reglat are deja un arbore cu o turaţie destul de ridicată, deoarece la mecanismele cu turaţie lentă ar fi necesară o transmisie intermediară cu raport mare de transmitere pentru a putea acţiona axa paletelor. Aceasta ar ocupa pe de o parte mult loc, iar pe de altă parte ar influenţa defavorabil efectul regulatorului, datorită rezistenţei de frecare în transmisie.

La execuţiile simple se folosesc de obicei palete de ventilator de formă dreptunghiulară (fig. 9.2.36). La acestea momentul de frînare depinde de turaţia n, de lungimea axială l a paletelor şi de puterea a patra a razei r a paletelor, cum rezultă din expunerea ce urmează. Din considerarea generală a modului de funcţionare a regulatoarelor cu palete de ventilator rezultă că momentul de frînare creşte cu suprafaţa paletelor F, cu raza r şi cu pătratul vitezei v. În acest caz $F = 2 r l$; pe de altă parte valoarea medie $(v^2)_m$ a pătratelor vitezelor pe întreaga suprafaţă creşte de asemenea cu r^2, aşa încît momentul de frînare depinde în final de r^4. La o turaţia dată şi la o mărime aleasă a suprafeţei F, efectul de frînare este proporţional cu puterea a treia a razei r a paletelor. O paletă lungă şi îngustă ca în fig. 9.2.37 este de aceea mult mai eficace la aceeaşi suprafaţă a paletei, decît o paletă ca cea din fig. 9.2.36. Pentru alegerea paletelor de ventilator sînt însă determinante, în general, mai ales condiţiile de spaţiu existent pentru montarea în mecanismele cu arc motor etc.

Numai rareori se fixează paletele pe arbore prin ajustaje; ele se înţepenesc de obicei mai ales prin arcuri lamelare sau alte piese asemănătoare. Acest sistem de fixare, care poate fi conceput ca un cuplaj de alunecare, are mai ales scopul de a diminua şocul, în unele cazuri puternic, datorit

turației ridicate la transmisiile care sînt oprite brusc în timpul funcționării, deoarece paleta poate să se rotească în continuare după ce arborele a fost oprit. În fig. 9.2.37 se arată un regulator cu palete de ventilator, la care presiunea de apăsare în direcție radială necesară pentru antrenarea paletei este realizată printr-un arc lamelar. Acest arc lamelar se reazemă cu capetele sale în decupări ale paletei de ventilator și pătrunde într-un canal al arborelui în tendința sa de a se întinde. În acest fel, paleta este fixată axial și este antrenată prin frecare la rotirea arborelui. La regulatorul arătat în fig. 9.2.36, paleta este cuplată cu arborele printr-un arc lamelar A cu efect axial, care apasă paleta înspre un manșon B presat pe arbore.

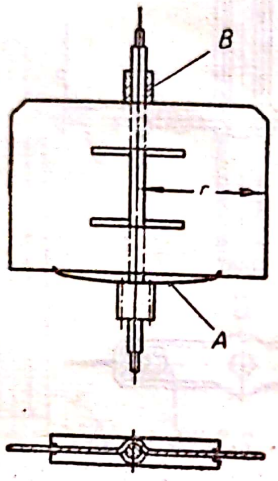


Fig. 9.2.36.

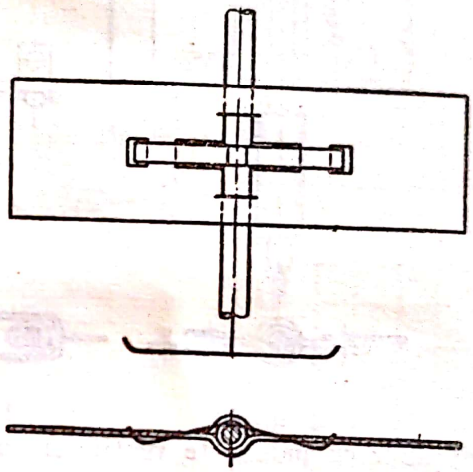


Fig. 9.2.37.

Regulator cu palete de ventilator

Dacă cu unul și același regulator se urmărește obținerea unor diferite efecte de frînare și îndeosebi reglarea unui anumit moment de frînare la o turație dorită, mărimea suprafeței utile sau raza medie eficace pot fi modificate prin aceea că suprafața prevăzută cu crestături radiale este deplasată corespunzător și fixată prin șuruburi (fig. 9.2.38). Paletele pot fi însă și rotite în afara planului radial, cum se arată în fig. 9.2.39 și 9.2.40, unde se rotesc în jurul axelor $A-A$, așa încît pentru efectul de frînare nu mai vine în considerare decît proiecția suprafețelor paletelor pe planul care trece prin ax. Și aci suporturile paletelor sînt îmbinate cu arborele printr-un cuplaj. La regulatorul reprezentat în fig. 9.2.39 s-a prevăzut un cuplaj cu blocaj de orientare prin dinți, a cărui angrenare este asigurată printr-un arc elicoidal. Prin rotirea sau deplasarea radială a paletelor, ceea ce corespunde totdeauna unei modificări a razei paletelor, se schimbă domeniul de turație al regulatorului menținîndu-se constant momentul M_r care trebuie frînat.

Caracteristica regulatorului poate fi îmbunătățită în domeniul dorit, adică creșterea momentului de frînare pînă la atingerea domeniului de turație dorit poate fi mărită, în cazul turației variabile, dacă suprafața eficace a paletelor sau raza sînt menținute mici la început și sînt mărite

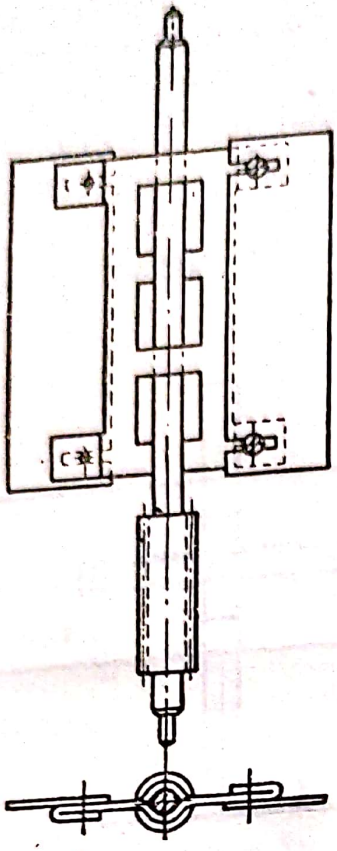


Fig. 9.2.38.

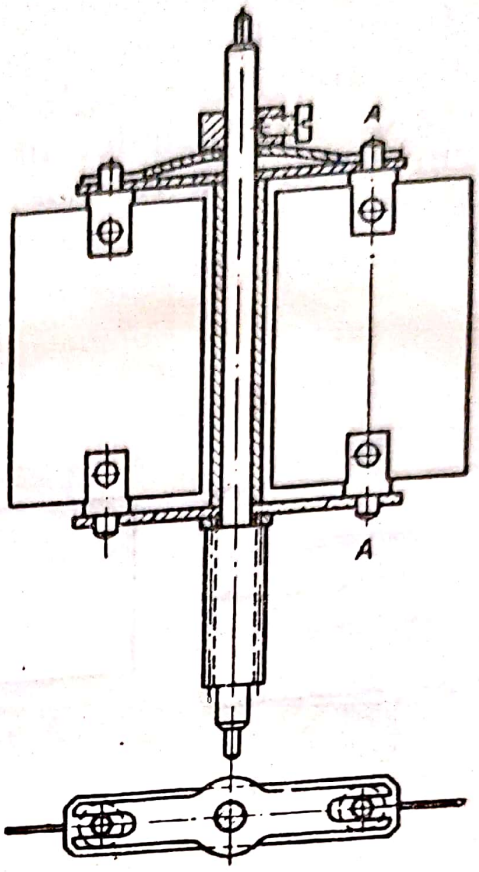


Fig. 9.2.39.

Regulator cu palete de ventilator cu efect de frînare reglabil

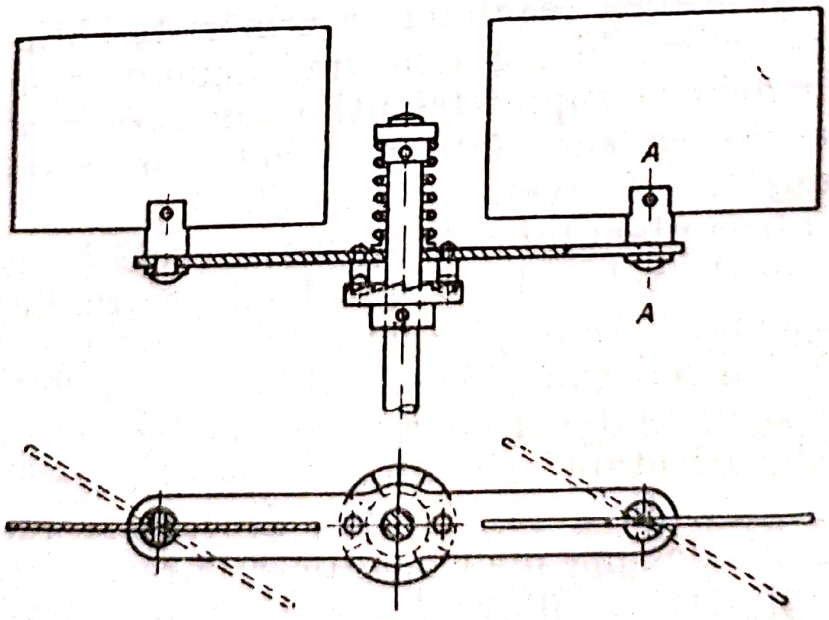


Fig. 9.2.40.

Regulator cu palete de ventilator cu cuplajul prin indexare montat în el

Scanned with OKEN Scanner

brusc de-abia la atingerea turației dorite. În acest scop se poate folosi forța centrifugă, care la turația respectivă învinge forța unui arc. Un asemenea regulator cu palete de ventilator cu reglaj automat prin efectul forței centrifuge este arătat în principiu în fig. 9.2.41. Pe o piesă transversală B montată pe arborele A sînt fixate în lagăre două palete C și D, care sub influența forței centrifuge pot fi împinse în afară învingînd efectul arcurilor E și F. Arcurile sînt astfel pretensionate, încît raza eficace rămîne relativ mică pînă la atingerea limitei de turație dorite și apoi crește rapid. Caracteristica regulatorului se desfășoară astfel aproximativ așa cum se arată în fig. 9.2.42. Începînd de la turația n_0 impusă de forța arcului, momentul de tor-

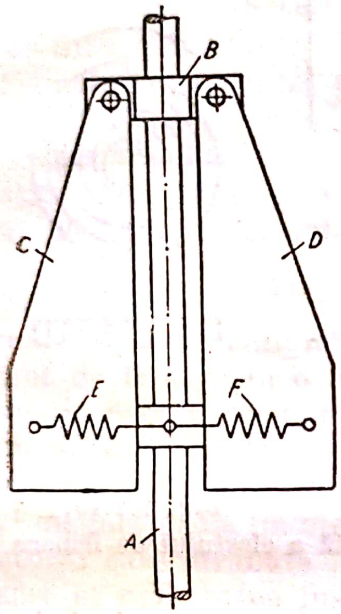


Fig. 9.2.41.
Regulator cu palete de ventilator cu efect prin forță centrifugă

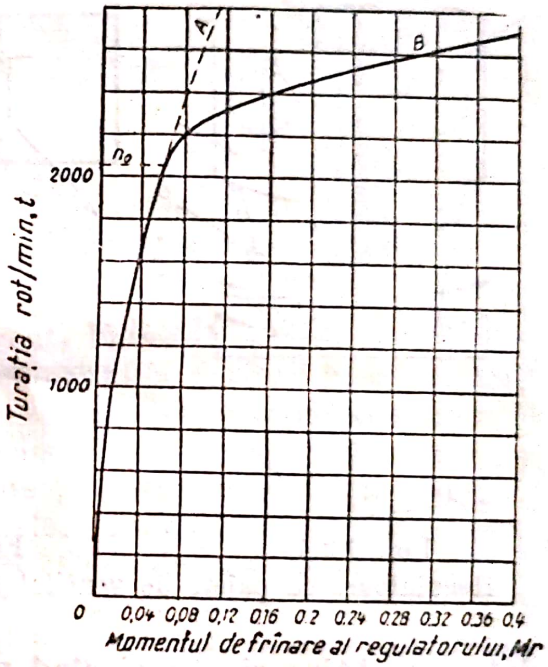


Fig. 9.2.42.
Caracteristica regulatorului reprezentat în fig. 9.2.41

siune M_r crește considerabil, cum se vede din porțiunea B a caracteristicii regulatorului. O cercetare mai amănunțită a acestui regulator dă o relație, din care se vede că trebuie micșorată constanta arcului (kgf/cm) pentru a obține într-un anumit domeniu de turație un efect îmbunătățit al regulatorului (aplatisarea caracteristicii). Dacă însă domeniul de turație trebuie ridicat, trebuie mărite, fie brațul de pîrghie c, fie pretensionarea arcului.

La regulatorul unui mecanism de bătaie pentru ceasornic (fig. 9.2.43), arcul elicoidal este înlocuit printr-un arc de încovoiere D cu secțiune circulară. Pe partea fixă a paletelor A sînt fixate rotativ în lagăre două pîrghii cotite B, care poartă la capătul mai lung suprafețe mari de paletă, precum și contragreutăți C. Brațele mai scurte ale pîrghiilor cotite servesc drept puncte de atac pentru arcul de încovoiere D. La această execuție, îmbunătățirea efectului de frînare se bazează atît pe mărirea suprafeței paletelor, cît și pe cea a razei eficace.

În fig. 9.2.44 se arată un regulator cu palete de ventilator, al cărui efect este îmbunătăţit prin aceea că la turaţii mari paletele sînt răsucite, ca şi la regulatorul arătat în fig. 9.2.39. Suprafaţa eficace a paletelor este modificată aci mai ales de însăşi rezistenţa aerului. Dacă arborele se roteşte în direcţia săgeţii, paleta este răsucită din poziţia de repaus, desenată cu linie întreruptă, datorită rezistenţei aerului care este proporţională cu pătratul turaţiei. Se realizează astfel o nouă creştere a rezistenţei aerului. Readucerea paletei se face prin două arcuri din sîrmă răsucite în jurul bolţului rotund *A*. O construcţie deosebit de simplă a unui asemenea re-

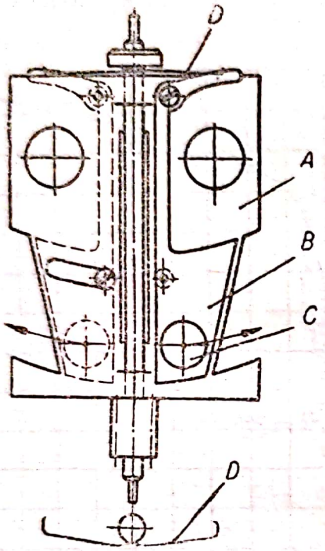


Fig. 9.2.43.

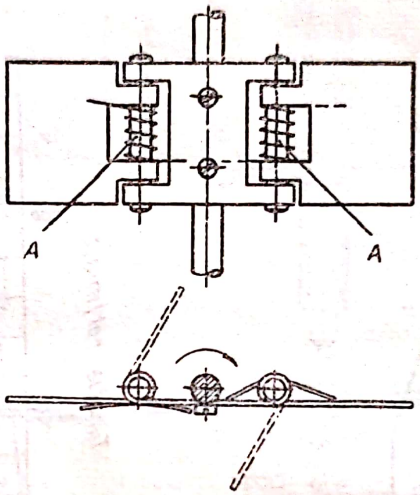


Fig. 9.2.44.

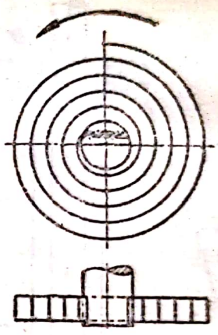


Fig. 9.2.45.

Regulatoare cu palete de ventilator cu reglare automată a efectului de frînare

gulator se obţine şi atunci cînd pe arbore se fixează un arc spiral destul de lat, care în poziţia de repaus îmbracă strîns arborele. Dacă arborele este rotit în direcţia săgeţii, se măreşte, datorită forţei centrifuge şi presiunii vîntului, atît diametrul, cît şi suprafaţa eficace a arcului. Rezultă astfel un reglaj favorabil al turaţiei (fig. 9.2.45).

9.2.1.6. Regulatoare cu efect Foucault

În privinţa modului de funcţionare a frînării cu curenţi Foucault se pot face referiri la cele expuse la cap. 9.1.2.6. Ca şi la amortizoare, se foloseşte de obicei drept corp de frînare un disc metalic, mai rar un tambur care se mişcă în cîmpul unui magnet (fig. 9.2.46). Pe figură sînt reprezentate schematic şi liniile de „curenţi Foucault“ care iau naştere în disc. Deoarece regulatoarele cu curenţi Foucault dau naştere unui moment de frînare care creşte liniar cu turaţia, ele se folosesc totdeauna acolo unde este necesară o relaţie liniară între momentul de frînare şi turaţie, ca de exemplu la contoarele electrice.

Deoarece momentul de torsiune depinde de rezistenţa electrică de-a lungul liniilor în disc, respectiv în tambur, este recomandabil să se folosească

un material cît mai conductibil. De obicei i se dă preferință aluminiului, datorită greutății sale specifice reduse. Pentru a obține un efect perfect uniform, discurile și tamburele trebuie să aibă o conductibilitate uniform repartizată și mai ales nu trebuie să aibă nici un fel de incluziuni din materiale feromagnetice. În scopul producerii cîmpului se folosesc de obicei magneți permanenți care sînt executați din oțeluri speciale.

Dacă i se dă conductorului forma unui tambur, trebuie amplasat în interiorul tamburului un miez din fier, pentru a crea liniilor de forță un drum cît mai scurt prin aer. Cu toate că tamburul are față de disc o rezistență mecanică mai ridicată și din acest motiv întrefierul la tambur poate fi ales mai mic, se preferă de obicei, din cauza execuției mai simple, soluția cu corpul de frînare format dintr-un disc.

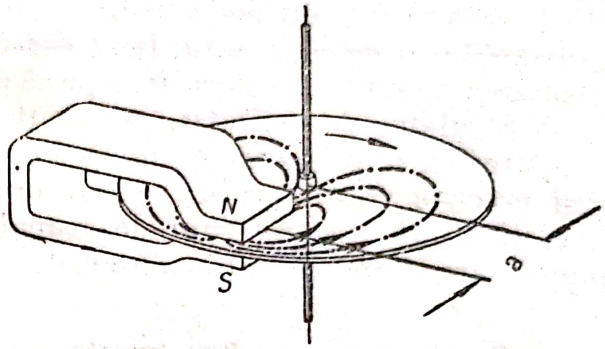


Fig. 9.2.46.
Regulator prin curenți Foucault

Și la regulatoarele cu frînare prin curenți Foucault există dorința ca, folosind mijloace simple, să se obțină posibilitatea reglării unui anumit moment de frînare la o anumită turație, respectiv să se varieze domeniul de turație pentru un anumit moment de frînare. Deoarece, după cum s-a mai menționat, efectul de frînare depinde de pătratul intensității cîmpului magnetic, rezultă soluția ca pentru reglarea efectului de frînare să se varieze fluxul magnetic. La un electromagnet, aceasta se poate realiza prin variația curentului care străbate înfășurarea din sîrmă. Dacă intensitățile de cîmp necesare se pot obține însă și prin magneți permanenți, aceștia vor fi totdeauna preferați. Aci fluxul magnetic în întrefier poate fi modificat eventual printr-un circuit magnetic secundar, adică printr-o piesă din fier deplasabilă, prin care este abătut o parte din fluxul magnetic. Există o execuție mai simplă, care poate fi însă aplicată numai la soluția arătată în fig. 9.2.46. Deoarece momentul de frînare depinde de distanța a, el poate fi variat în modul cel mai simplu prin deplasarea magnetului în direcție radială. În acest scop se folosește deosebit de frecvent construcția arătată în fig. 8.5.10. Aceasta permite prin acționarea a patru șuruburi nu numai o rotire a magnetului, ci și o reglare precisă a jocului dintre polii magnetului și discul de frînare. Această soluție este complet satisfăcută dacă nu este necesar decît un singur reglaj. Dacă însă momentul de frînare trebuie reglat și în timpul mersului, trebuie prevăzut un reglaj de precizie corespunzător.

9.2.2. Regulatoare cu împiedicare

Spre deosebire de regulatoarele cu frînare, regulatoarele cu împiedicare nu acționează permanent, ci numai periodic, asupra unei piese în mișcare, așa încît, în general, se obține o mișcare discontinuă. Deoarece

este vorba aproape exclusiv de mișcări de rotație, se vor trata aci numai regulatoarele cu împiedicare pentru piese rotative. Regulatorul se compune în acest caz dintr-un element de comandă oscilant (ancoră), influențat în multe cazuri și de un regulator de oscilații separat (pendul), și care lucrează împreună cu o roată dințată (roată cu pas). Mecanismul format din ancoră și roata cu pas este denumit în tehnica ceasornicăriei mecanism de înaintare.

Dacă viteza unui mecanism de mers cu acumulator de energie trebuie menținută atît de constantă, încît descărcarea lui să poată fi folosită pentru măsurarea timpului, ancora trebuie să conlucreze, după cum s-a mai arătat, cu un regulator de oscilații, așa încît ancora să execute oscilații uniforme (regulator cu împiedicare cu oscilație proprie). La cerințe mai modeste privind precizia regulatorului, regulatorul de oscilații poate lipsi. Numărul de oscilații ale ancorei depinde atunci de forța de acționare (regulator cu împiedicare fără oscilație proprie).

9.2.2.1. Regulatoare cu oscilație proprie

Construcția unui regulator cu împiedicare cu oscilație proprie este reprezentată schematic în fig. 9.2.47. Greutatea G are tendința de a roti arborele C și deci și roata B în direcția săgeții. Această roată este la început împiedicată prin aceea că ancora A care se poate roti în jurul arborelui D angrenează cu „brațul" său stîng în dinții roții. Pentru reglarea oscilațiilor sale, ancora este cuplată cu pendulul printr-o furcă (care nu este reprezentată pe desen). Cînd furca oscilează spre stînga, brațul stîng al ancorei este ridicat și astfel roata este liberă, pe un interval de timp, pentru ca după o mică rotire unghiulară să fie din nou împiedicată de către brațul drept. Împiedicarea lucrează deci în principiu ca un mecanism de înaintare (cap. 8.8), mișcarea de du-te-vino a elementului de comandă fiind influențată de un regulator de oscilații.

Ca regulator de oscilații se folosesc în tehnica ceasornicăriei fie pendule gravitaționale (fig. 9.2.47), fie pendule cu arc (balansiere) (fig. 9.2.48). La unghiuri mici de bătaie, durata de oscilație a pendulului fizic este dată prin relația

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{m\,l\,g}},$$

în care T este perioada sau durata unei oscilații complete, adică timpul dintre două faze de oscilație egale, J — momentul de inerție total, m — masa pendulului, l — distanța centrului de greutate al pendulului de axa de rotație D, iar g — accelerația gravitației. Dacă pentru expresia $\frac{J}{m\,l}$ care este caracteristică pentru durata de oscilație și care se numește lungime redusă a pendulului se introduce simbolul l_r se obține relația

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l_r}{g}}.$$

Astfel, perioada T nu mai depinde în afara accelerației gravitației decît de lungimea redusă a pendulului l_r. Prin schimbarea lungimii pendulului poate fi deci influențată perioada pendulului; trebuie avut în vedere că o scurtare a lungimii pendulului la un sfert din lungimea inițială are drept urmare numai o reducere la jumătate a perioadei. Deoarece lungimea pendulului este influențată și de variațiile de temperatură, trebuie folosite pentru ceasornice cu mers precis pendule compensatoare, care sînt astfel construite, încît lungimea redusă a pendulului rămîne constantă chiar și la temperaturi variabile.

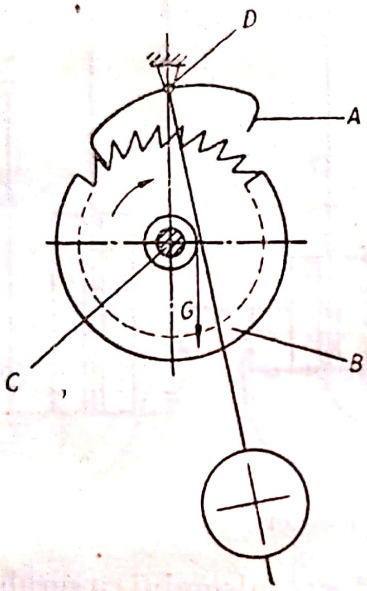


Fig. 9.2.47.
Regulator gravitațional

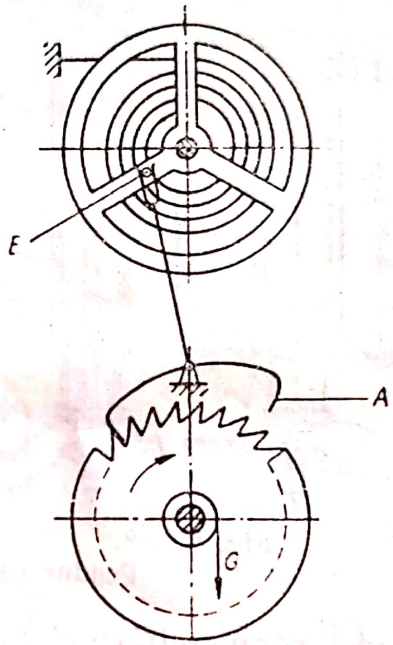


Fig. 9.2.48.
Pendul cu arc (balansier)

Pendulul compensator are drept lagăr o articulație cu arc (fig. 7.2.19) și el poartă la capătul inferior greutatea reglabilă care poate fi realizată fie în formă de lentilă ca în fig. 9.2.47, fie așa cum se vede din fig. 9.2.49. Deoarece la această execuție cele două corpuri ale pendulului A_1 și A_2 sînt îmbinate la capătul lor inferior cu tija pendulului, deci se pot dilata liber în sus, se poate obține, la alegerea corespunzătoare a materialelor pentru tija pendulului și corpurile pendulului, o compensare completă a lungimii reduse a pendulului. Coeficienții de dilatare liniară α_1 și α_2, care sînt necesari pentru ca l_r să nu se schimbe la o creștere a temperaturii cu t°C, pot fi determinați din următoarea relație (fig. 9.2.50):

$$l_1 - l_2 = l_r\,(1 + \alpha_1\, t) - l_2\,(1 + \alpha_2\, t).$$

De aci rezultă

$$l_1\alpha_1 = l_2\alpha_2 \quad \text{sau} \quad \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{l_2}{l_1},$$

adică coeficienții de dilatare trebuie să fie invers proporționali cu lungimile.

Greutatea este deplasată la pendulul reprezentat în fig. 9.2.49 cu ajutorul piuliței M, care este asigurată printr-o contrapiuliță B. O răsucire a corpurilor A_1 și A_2 este împiedicată de pragul D, care intră în canalul C. Prin deplasarea piesei G cu ajutorul mecanismului cu șurub F, știftul E, care transmite mișcarea pendulului asupra ancorei de împiedicare, poate fi reglat simetric.

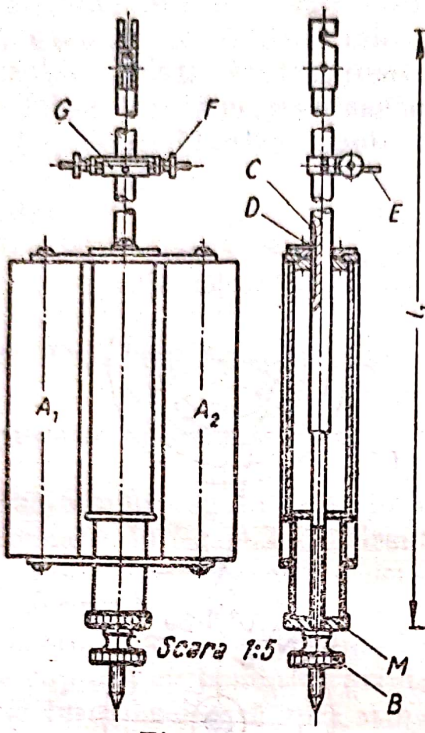


Fig. 9.2.49.

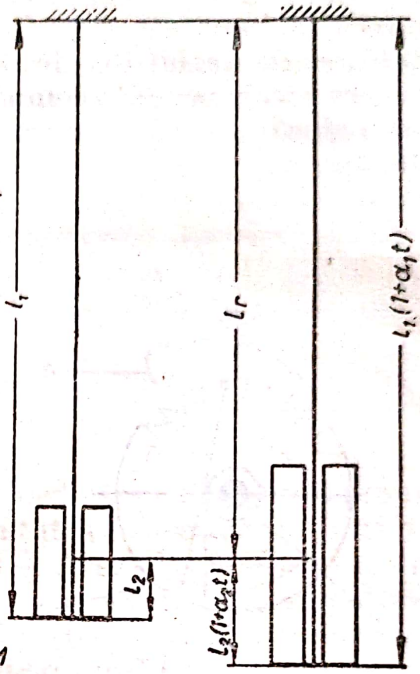


Fig. 9.2.50.
Pendul compensator

Pentru aparatele mobile este de la sine înțeles că nu se poate folosi pendulul gravitațional. În acest caz, corpul de inerție trebuie astfel executat, încît el să fie complet echilibrat, și să fie pus în mișcare de oscilație în jurul axei sale printr-un arc (pendul cu arc). În tehnica ceasornicăriei se folosesc balansierele (fig. 9.2.51), la care o mică roată de inerție execută oscilații sub influența unui arc spiral. Perioada de oscilație este dată în acest caz de relația

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{D}},$$

în care J este momentul de inerție total al roții, iar D — momentul de orientare al arcului pentru unghiul l, care este determinat de ecuația

$$D = \frac{E b h^3}{12 l},$$

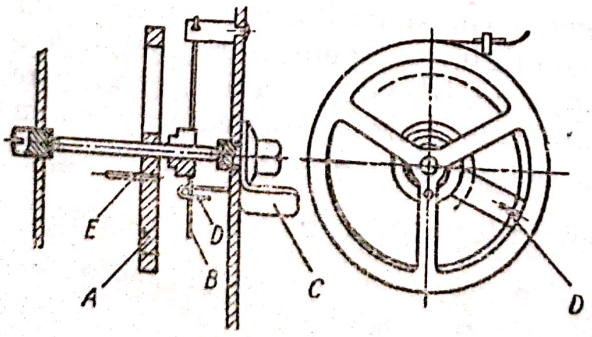


Fig. 9.2.51.
Construcția unui pendul cu arc (balansier) pentru un regulator cu împiedicare

în care E reprezintă modulul de elasticitate al materialului arcului, b — lățimea arcului, h — grosimea arcului, iar l — lungimea totală a arcului spiral. Dacă se introduce valoarea lui D în ecuația pentru perioada de oscilație, se obține

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{12\,J\,l}{E\,b\,h^3}}.$$

Pentru a mări sau micșora perioada, trebuie deci lungit, respectiv scurtat, arcul. În acest scop se prevede de obicei, corespunzător cu exemplul din fig. 9.2.51, un cîrlig D, care este fixat de brațul rotativ C și care cuprinde spira exterioară a arcului spiral. Prin rotirea brațului, lungimea

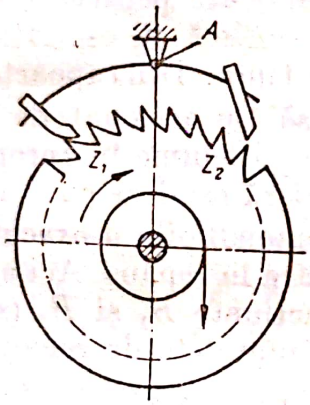


Fig. 9.2.52.

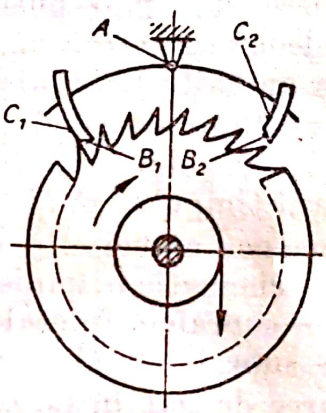


Fig. 9.2.53.
Tipuri de împiedicări

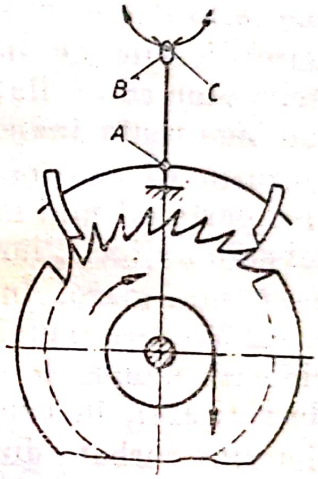


Fig. 9.2.54.

eficace a arcului poate fi modificată între anumite limite. Fixarea capătului exterior al arcului spiral poate fi văzută din fig. 7.2.51. Pentru transmiterea mișcării de inerție asupra ancorei se folosește știftul E (v. și fig. 9.2.48). La o altă execuție de regulatoare cu balansier, care se caracterizează printr-un consum deosebit de redus de energie, fapt pentru care se folosesc la ceasornice anuale, roata este suspendată de o sîrmă subțire, care lucrează ca arc de răsucire (v. fig. 7.2.62).

După cum s-a mai arătat, împiedicarea are drept scop să transforme mișcarea de oscilație a regulatorului de oscilație într-o mișcare de rotație discontinuă a roții. Pentru a compensa pe de altă parte pierderea inevitabilă de energie, regulatorului de oscilație trebuie să i se transmită energie pentru a putea continua oscilațiile. Împiedicarea trebuie deci executată astfel, încît roata să acționeze pendulul în timpul unei părți mai mult sau mai puțin mici a perioadei de oscilație (ceea ce nu s-a avut în vedere în fig. 9.2.47 și 9.2.48).

Din cauza varietății mari de execuție a mecanismelor de împiedicare folosite în ceasornicărie, este imposibil să se intre în amănuntele fiecărui tip

constructiv. În principiu mecanismele de împiedicare pot fi împărțite în trei grupe, care sînt reprezentate schematic în fig. 9.2.52—9.2.54.

Din construcția și modul de funcționare a împiedicării de înapoiere (fig. 9.2.52), se observă că dintele Z_1 al roții acționate în direcția săgeții încearcă la început să ridice brațul stîng al ancorei care se rotește în jurul axei A, pînă cînd dintele Z_2 a atins suprafața interioară înclinată a brațului drept; dintele Z_2 are tendința să ridice ancora dinspre partea dreaptă, așa încît acesta se reîntoarce în poziția sa inițială. Împiedicarea de înapoiere este deci caracterizată prin aceea că roata angrenează în timpul întregii perioade de oscilație cu ancora, în sensul unei transmiteri de mișcare, respectiv de energie. În consecință acest tip de împiedicare este adecvat mai ales pentru regulatoarele cu împiedicare fără oscilație proprie, la care ancora nu oscilează de la sine încoace și încolo, ci trebuie să fie obligată de roată să-și schimbe sensul de mișcare.

Împiedicările de înapoiere sînt mai puțin indicate pentru folosirea unui regulator cu oscilație, deoarece ancora care se mișcă cu oscilații proprii împinge roata înapoi la anumite intervale de timp. Din rapoartele de forțe rezultă că este mai avantajos ca pendulul să fie acționat de roată numai o parte cît mai mică a perioadei de oscilație, și anume în apropierea poziției sale mijlocii, iar restul timpului să fie lăsat să oscileze cu o amplitudine cît mai mare. În asemenea cazuri este recomandabilă o execuție ca în fig. 9.2.53, care reprezintă schematic o împiedicare în repaus. Aci ancora este ridicată numai de micile suprafețe frontale înclinate B_1 și B_2 (suprafețe de ridicare), în timp ce suprafețele C_1 și C_2 (suprafețe de repaus) ale brațelor sînt curbate după arce de cerc în jurul axei A a ancorei, așa încît ancora legată cu pendulul (care nu este reprezentat pe desen) nu mișcă roata pe cea mai mare parte a oscilației sale. Această roată este deci oprită și influențează ancora numai în măsura în care oscilațiile ancorei și deci și ale pendulului sînt frînate prin frecarea pe suprafețele de repaus. La execuția reprezentată în fig. 9.2.53, pendulul este cuplat permanent cu ancora, de exemplu printr-o furcă. Este în general mai avantajos dacă legătura dintre ancoră și pendul este asigurată numai în timpul părții mijlocii a oscilației pendulului, așa încît în restul timpului pendulul să poată oscila liber. O asemenea împiedicare liberă este reprezentată schematic în fig. 9.2.54. Ancora, cu lagărul în A, poartă o furcă B, în care pendulul angrenează prin știftul C numai pe o parte mică a întregii oscilații. Asemenea împiedicări libere se folosesc mai ales la ceasurile cu pendul cu arc (cu balansier) (fig. 9.2.48).

Mai trebuie observat că turația n a roții rezultă din perioada T a pendulului și din numărul de dinți z după cum urmează: numărul oscilațiilor complete pe minut este $60/T$. La o oscilație completă roata avansează de fiecare dată cu un pas; într-un minut roata avansează deci cu $60/T$ pași. Turația roții are atunci valoarea:

$$n = \frac{60}{Tz} \text{ [rot/min]}.$$

9.2.2.2 Regulatoare fără oscilație proprie

Dacă turația unui mecanism de mers cu acumulator de energie trebuie menținută numai aproximativ constantă, ancora poate fi cuplată cu un pendul fără oscilație proprie. Deosebit de simplă este construcția, dacă ancora se execută direct ca pendul, fixîndu-se contragreutăți pe arbore așa

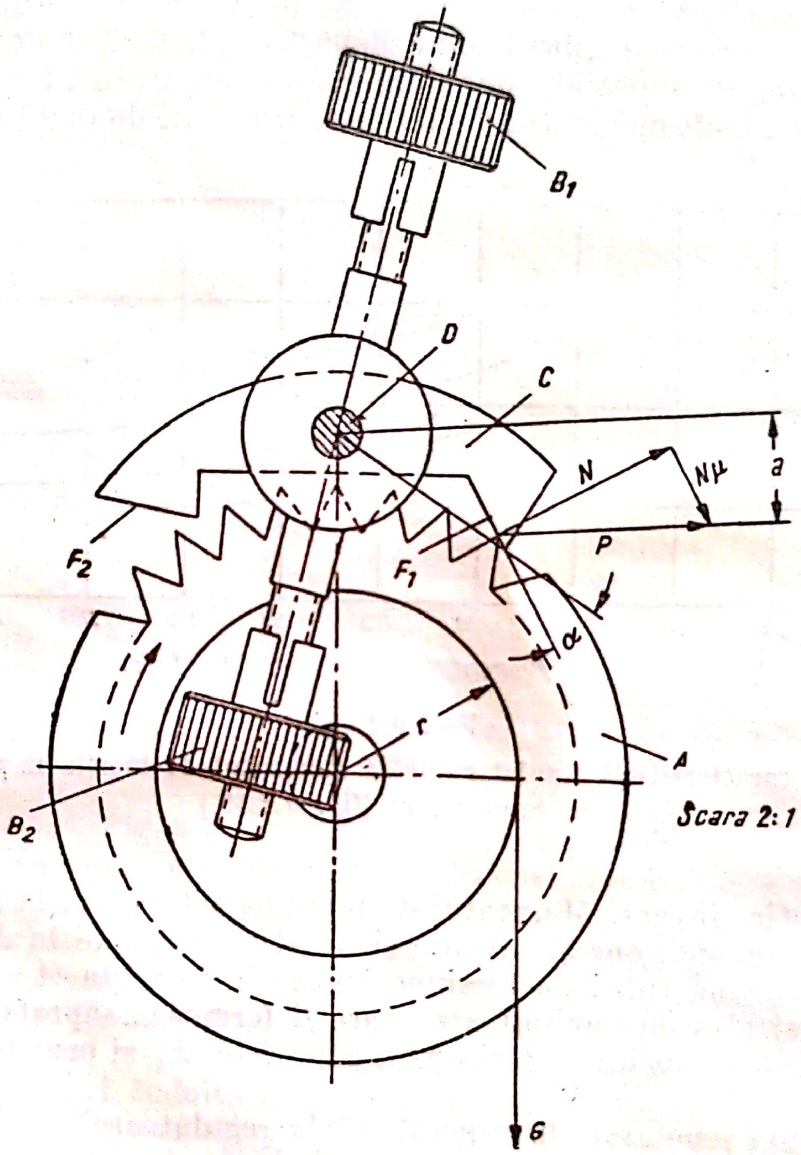


Fig. 9.2.55.
Regulator de împiedicare fără oscilație proprie

încît sistemul oscilant să fie echilibrat, deci să se găsească în orice poziție în echilibru. După cum s-a mai spus, trebuie folosită în acest caz o împiedicare cu înapoiere.

În fig. 9.2.55 se arată un exemplu de execuție a unui asemenea regulator pentru un releu electromagnetic de timp. Printr-un arc armat pe cale electromagnetică, roata A este rotită printr-un angrenaj în direcția săgeții și astfel ancora C echilibrată cu ajutorul greutăților B_1 și B_2 este pusă în mișcare de oscilație în jurul axei D.

Efectul forţelor care iau naştere la funcţionarea unui asemenea mecanism se poate vedea din fig. 9.2.55. Forţa de tracţiune G care atacă la braţul de pîrghie r produce un moment de acţionare la roata A.

Roata A transmite printr-un dinte ascuţit asupra ancorei C o forţă P, care se compune din forţa normală N şi forţa de frecare $N\mu$. Forţa P aplicată la braţul de pîrghie a acţionează ancora C prin suprafaţa de blocare F_1, pînă cînd aceasta alunecă de pe vîrful dintelui roţii.

Roata A se roteşte liberă mai departe, pînă cînd un dinte ascuţit intră în contact cu suprafaţa de blocare F_2 a ancorei C. Suprafaţa F_2 este astfel înclinată, încît momentul de torsiune transmis de roată asupra ancorei

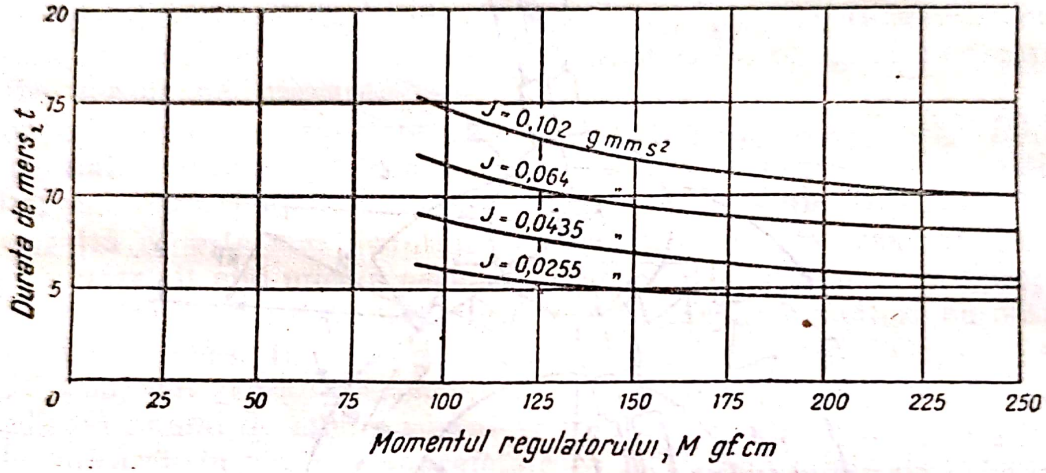


Fig. 9.2.56.

Dependenţa caracteristicii regulatorului de momentul de inerţie la un regulator cu împiedicare (fig. 9.2.55.)

are sens de rotire invers. Momentul de torsiune acţionează la început împotriva mişcării ancorei, opreşte ancora şi o acţionează apoi în direcţia opusă.

Mărimea momentului de torsiune transmis de roata A asupra ancorei C depinde mai ales de unghiul α pe care îl formează suprafaţa F_1 şi linia de legătură dintre muchia exterioară a suprafeţei F_1 şi centrul de rotire al ancorei.

Mai trebuie semnalat, în general, că la regulatoarele prin împiedicare fără oscilaţie proprie viteza de mers depinde de mărimea momentului de acţionare M şi este de la sine înţeles că această viteză va creşte la creşterea momentului de acţionare. În fig. 9.2.56 se vede însă că după depăşirea unei anumite limite durata de mers t pentru un anumit număr de rotaţii ale roţii nu mai poate fi micşorată sensibil prin creşterea în continuare a momentului de acţionare. Pe de altă parte, viteza depinde în mare măsură de momentul de inerţie J al sistemului oscilant, aşa încît timpul de mers al unui asemenea releu de timp poate fi modificat între anumite limite prin deplasarea sau înlocuirea greutăţilor. La regulatorul reprezentat în fig. 9.2.55 greutăţile sînt executate în acest scop sub formă de piuliţe mobile. Pentru a arăta influenţa momentului de inerţie, s-au înregistrat în fig.

9.2.56 caracteristicile respective pentru patru momente de inerție diferite. Se vede de aci că prin multiplicarea cu patru a momentului de inerție, durata de mers poate fi mărită la ceva mai mult de dublu.

Deoarece solicitarea suprafețelor de ridicare prin lovirea pe ele a vîrfurilor dinților roții este diferit de mare, suprafețele de ridicare ale ancorei trebuie să fie executate în general din oțel, călite și lustruite bine.

Regulatorul reprezentat în fig. 9.2.57 servește pentru reglarea duratei de expunere la un obturator de obiectiv (obturator Compur). Bucșa B este

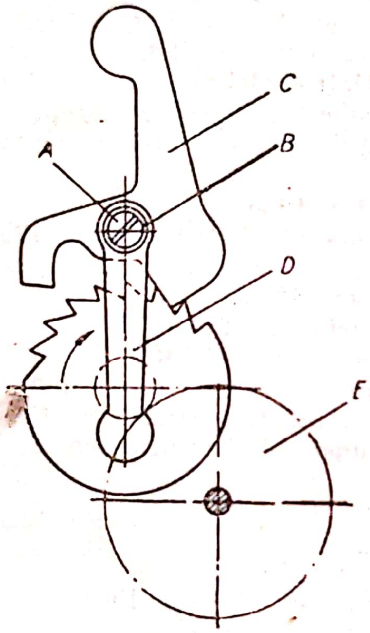


Fig. 9.2.57.
Obturator de obiectiv

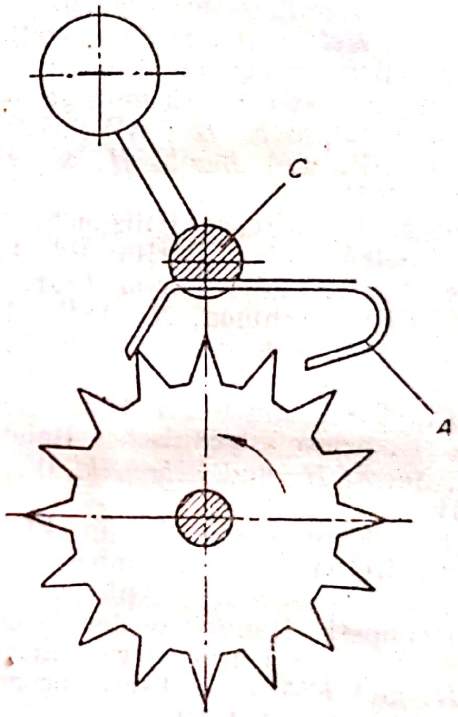


Fig. 9.2.58.
Mecanisme de sonerie

montată pe arborele A, iar pe bucșă sînt fixate prin nituire pîrghiile decupate C și D care reprezintă greutățile de inerție. Pîrghia C este executată în același timp ca ancoră și angrenează cu roata.

La regulatorul mersului unui mecanism de sonerie (fig. 9.2.58), pe arborele C al ancorei A îndoită din tablă de oțel este fixat bătătorul, așa încît mișcarea oscilantă a ancorei este folosită în același timp și pentru acționarea mecanismului de sonerie. Sistemul oscilant, compus din ancoră și bătător, nu este echilibrat în acest caz; totuși oscilațiile sînt independente de durata de oscilație proprie a sistemului, deoarece acesta nu oscilează în jurul poziției sale de echilibru stabil.

Cele două vîrfuri ale ancorei pot fi executate și separat unul de altul, ca bare drepte din oțel cu capetele lustruite corespunzător, care să fie de exemplu fixate prin încastrare în metal turnat sub presiune.

BIBLIOGRAFIE

1. *Prizent D.*, Tehnologia prelucrării pieselor pentru aparatura de telecomunicații (traducere din limba rusă), Editura tehnică, București 1953.
2. *Rögnitz H.*, Proiectarea formei (traducere din limba germană), Editura tehnică, București 1958.
3. *Vorobiev N.*, Transmisii cu lanț (traducere din limba rusă), Editura tehnică, București 1953.
4. M.I.M.C.M., Tehnologia mecanicii fine (Manual pentru școli medii tehnice), Editura tehnică, București 1954.
5. *Bubert J.*, Elektrische Messgeräte, Füssen 1949.
6. *Eschmann*, Hasbargen und Weigand, Die Wälzlagerpraxis, München 1953.
7. *Franke R.*, Vom Aufbau der Getriebe, Bd. 1, Berlin 1948 und 2, Düsseldorf 1951.
8. *Giebel K.* und *Helwig A.*, Die Feinstellung der Uhren, Berlin 1952.
9. *Göbel E. F.*, Berechnung und Gestaltung von Gummiteilen, Berlin 1955.
10. *Jahr W.* und *Knechtel P.*, Grundzüge der Getriebelehre, Bd. 1 und 2, Leipzig 1955
11. *Jahr W.* und *Sieker K. H.*; AWF-Getriebeheft 1: Gesperre (1955).
12. *Jürgensmeyer W.* und *Bezold H.* v., Gestaltung von Wälzlagerungen, 2. Aufl., Berlin 1953.
13. Klingelnberg, Technisches Hilfsbuch, Berlin 1958.
14. *Kraus R.*, Getriebelehre, Berlin, Bd. 1, 1954 (2. Aufl.), Bd. 2, 1951, Bd. 3, 1957.
15. *Leinweber P.*, Gewinde, Berlin 1951.
16. *Lind W.*, Büromaschinen, 2. Aufl., Füssen 1954.
17. *Lüders E.*, Handbuch der Löttechnik, Berlin 1952.
18. *Mehdorn W.*, Kunstharzpressstoffe und andere Kunststoffe, 3. Aufl., Berlin 1949.
19. *Moeller F.*, Taschenbuch für Elektrotechniker, Bd. 1 (1952) und Bd. 2 (1955).
20. *Neumann A.*, Schweisstechnisches Handbuch für Konstrukteure, Berlin 1955.
21. *Pabst F.*, *Saecht H.* und *Zebrowski W.*, Kunststoff-Taschenbuch, 9. Aufl., München 1951.
22. *Pampel W.*, Kupplungen, Berlin 1958.
23. *Pietsch P.*, Kettengetriebe, Einbeck 1957.
24. *Rabe K.*, Verschlüsse und Schlösser, Leipzig 1951.
25. Raunitz-Reimpell, Handbuch des Waagenbaues, Berlin 1954.
26. *Reutebuch R.*, Der Uhrmacher, Ulm 1951.
27. *Rögnitz H.* und *Köhler G.*, Fertigungsgerechtes Gestalten im Maschinen- und Gerätebau, Stuttgart 1959.
28. *Schmied E.* und *Weber R.*, Gleitlager, Berlin 1953.
29. *Schröder A.*, Richtlinien feinmechanischer Konstruktion und Fertigung, Berlin 1938.
30. *Sieker K. H.*, Einfache Getriebe, 2. Aufl., Füssen 1956.
31. *Sieker K. H.*, Getriebe mit Energiespeichern, Füssen 1954.
32. *Sieker K. H* und *Rabe K.*, Fertigungs- und stoffgerechtes Gestalten in der Feinwerktechnik, Berlin 1954.
33. *Unger H.*, Wälzlagerhandbuch, Berlin 1957.
34. *Voigt P.*, Richtlinien für das Schweissen und Verarbeiten von Kunststoff, Berlin 1953.

Redactor responsabil : ing. Răducu Viorel
Tehnoredactor : Prisăcaru Cristina

Dat la cules 11.03.1961. Bun de tipar 09.06.1961. Apărut 1961. Tiraj 1700+110 legate. Hîrtie velină de 65 g/m², 700×1000/16. Coli editoriale 36,62. Coli de tipar 32. A. 0681/1961. C.Z. pentru bibliotecile mari și mici 681.

Tiparul executat la Combinatul Poligrafic Casa Scînteii
Piața Scînteii, București — R.P.R.
Comanda nr. 10.424.

Scanned with OKEN Scanner

E R A T Ă

Pagina:	Rîndul:	În loc de:	Se va citi:	Din vina:
87	Tabela 2. 6. 2. 7. coloana doua	1	l_1	
		2	l_2	Editurii
		1	l_1	
		2	l_2	
126	4	0,5 mm	0,05 mm	„
218	20	$= \frac{a}{b} s$	$= \frac{b}{a} s$	„
463	Tabela 9. 1. 2	Se va înlocui cu tabela ca mai jos:		„

Tabela 9. 1. 2.

t	$\frac{\tau}{4}$	$\frac{\tau}{2}$	τ	$\frac{3}{2}\tau$	2τ	$\frac{5}{2}\tau$	3τ	$\frac{7}{2}\tau$	4τ	$\frac{9}{2}\tau$	6τ	7τ
$\frac{\alpha_1 - \alpha}{\alpha_1}$	0,778	0,606	0,368	0,223	0,135	0,082	0,05	0,03	0,018	0,011	0,0024	0,0009

Scanned with OKEN Scanner